VOL. LXVI Dicembre 1979 N. 12

L'ELETTROTECNICA

RIVISTA GENERALE DI ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA
ATTI DELLA AEI E DEL CEI

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA ITALIANA
SOTTO GLI AUSPICI DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

Direttore: PIERO REGOLIOSI

Comitato di Redazione:

Redattori: F. BAROZZI - L. BONAVOGLIA - A. LEPSCHY - G. MONTI GUARNIERI - L. PARIS - G. QUILICO G. RICCA - R. SARTORI - G. SAVASTANO - F. SCILLIERI - G. SILVA

Collaboratori: L. ARZONE - A. BANDINI BUTI - G. PAGLIARI

Proprietaria ed Editrice: Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana.
Pubblicazione ufficiale della Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana (AEI) e del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI)
Comitato per le pubblicazioni AEI: A. M. Angelini, F. Bianchi di Castelbianco, L. Dadda, G. Dal Monte, N. Faletti, E. Gatti, A. Gigli, P. Lombardi, M. Moretti, P. Regoliosi, G. Ricca, R. Sartori, F. Tedeschi.
Direttore responsabile: G. Ricca.
Segretaria di Redazione: L. Tinè.
La rivista è pubblicata col concorso del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

SOMMARIO

	Pag.
PARTE PRIMA	
Note di Redazione	980
Riunione Annuale	982
ARTICOLI:	
James Clerk Maxwell (1831-1879) (G. DAL MONTE)	983
Discorso del Presidente Nazionale dell'ANIPLA prof. Filippazzi alla seduta inaugurale	985
Discorso del Presidente generale dell'AEI prof. Dadda alla seduta inaugurale	987
Intervento del Sottosegretario per il Coordinamento della Ricerca Scientifica e Tecnologica Sen. Dino Riva alla seduta inaugurale	989
Automazione (E. VOLTA)	990
L'affidabilità pratica degli apparecchi elettronici: una introduzione panoramica (G.U. MATTANA)	999
Terrohmetro per la misura della resistenza di terra degli impianti di utilizzazione da una comune presa della rete in tensione. Nuovo metodo basato sul ponte di Wheatstone (A. GIUSTINI)	1007
RUBRICHE VARIE:	
Lettere alla Redazione	1011
Dall'Industria	1013
Notizie e Informazioni	1017
Libri e Pubblicazioni	1021
Volumi Ricevuti	1022
Sunti di « Alta Frequenza »	1025
Nuovi Prodotti	1026
Calendario delle manifestazioni	1028
PARTE SECONDA	
Reti equivalenti di trasformatori a più avvolgimenti. Parte II (A. BOSSI, G. CAPRIO, S. CREPAZ, G. PESCÙ, M. UBALDINI)	1037
Alcune considerazioni sul rendimento convenzionale dei motori asincroni nel caso di alimentazione non sinusoidale (R. MIGLIO, U. REGGIANI, C. TASSONI)	1059
Notizie Sociali dell'AEI	1066
Notizie Sociali del CEI	1081
Necrologio: dott. ing. Paolo Peterlongo	1088

AVVERTENZE AGLI AUTORI — I contributi degli Autori sono graditi purchè rientrino nelle seguenti categorie:

— *Articoli di rassegna o di divulgazione scientifica*, destinati ad aggiornare i lettori su argomenti particolari, o ad esporre in modo largamente accessibile argomenti di base.

— *Articoli originali scientifici e tecnici*, relativi a studi e ricerche di tipo applicativo aventi carattere di attualità.

— *Lettere*: Comunicazioni critiche su lavori pubblicati; brevi note tecniche su ricerche compiute e sulla soluzione di problemi particolari; proposte di nuove ricerche.

— *Dall'Industria*: Relazioni sull'attività di Industrie o Enti di esercizio, particolari realizzazioni di vasto interesse.

Tutto il materiale è sottoposto ad esame da parte della Redazione I manoscritti, in duplice copia, vanno inviati a « L'Elettrotecnica », Viale Monza, 259, 20126 Milano e dovranno indicare, per esteso, nome, cognome, ente di appartenenza o indirizzo personale dell'Autore. Al fine del conferimento dei Premi AEI, agli Autori Soci dell'AEI è anche richiesta l'indicazione della data di nascita e della Sezione AEI di appartenenza. Per la stesura degli articoli si consiglia di attenersi alle « Raccomandazioni agli Autori » che possono essere richieste alla Redazione.

Note di Redazione

Echi della LXXX Riunione Annuale

L'ottantesima Riunione Annuale della nostra Associazione si è svolta quest'anno a S. Margherita Ligure, nei giorni dal 23 *al* 28 *settembre. Organizzata in comunione con l'Anipla, sul tema Automazione, unico per elettrotecnica ed elettronica, ha avuto un lusinghiero successo di memorie e di presenze.*

Nelle pagine che seguono pubblichiamo i discorsi tenuti nella seduta di apertura dal prof. Franco Filippazzi, presidente dell'Anipla, dal prof. Luigi Dadda, presidente dell'AEI, dal sen. Dino Riva, sottosegretario alla Ricerca Scientifica, e dal prof. Ezio Volta, relatore generale. La cronaca completa e dettagliata della Riunione, coi discorsi dell'ing. Roberto Pezzoni, presidente della Sezione Ligure dell'AEI, dell'ing. Leopoldo Pasolini, presidente della Sezione di Genova dell'Anipla, del prof. Attilio Sartori, assessore alla Cultura del comune di Genova, è riportata nella rubrica « Atti dell'AEI » di questo stesso fascicolo, insieme coi verbali del Consiglio e dell'Assemblea Generale d'autunno, tenutisi pure a S. Margherita.

Per la LXXXI Riunione Annuale

La 81ª *Riunione Annuale si terrà nel settembre* 1980 *a Trieste e avrà i due temi che sono riportati nella locandina a pagina* 982; *il primo rappresenta una novità, che coinvolge pure la medicina, e, nel nostro campo, interessa tanto l'elettrotecnica quanto l'elettronica. Questi due aspetti risultano anche nel secondo, che rientra invece nei nostri temi ricorrenti, temi tuttavia che sono sempre di grande interesse e che hanno bisogno di un periodico aggiornamento. Inutile ricordare la necessità che gli Autori stiano nei termini di tempo indicati nella locandina, mentre forse è opportuno sottolineare che i riassunti, da inviare in Redazione entro il* 15 *febbraio* 1980, *devono essere piuttosto ampi (almeno* 500 *parole), perchè su questi riassunti si esprimerà una Commissione di esame, che giudicherà sull'accettazione o meno della memoria (entro il* 30 *marzo).*

L'affidabilità pratica degli apparati elettronici: una introduzione panoramica.

L'affidabilità può definirsi come la probabilità che un determinato oggetto adempia alla sua funzione specifica, sotto condizioni operative fissate e per un determinato periodo di tempo. Per gli impianti e per le macchine elettriche non si era in generale sentita la necessità di prendere in considerazione tale caratteristica, dato che impianti, macchine e loro parti erano normalmente in grado di durare decenni e se mai dovevano essere sostituiti per obsolescenza, cioè perchè il progresso le aveva rese tecnicamente superate.

L'introduzione di apparati elettronici, che non hanno generalmente vita altrettanto lunga, ha reso opportuno il loro esame anche dal punto di vista della affidabilità (o fidatezza).

L'articolo di G.U. Mattana *costituisce la Relazione introduttiva alla Giornata di studio su l'affidabilità pratica degli apparati elettronici, tenuta a Milano il* 10 *aprile* 1979 *dal Gruppo di Microelettronica dell'AEI e dal Comitato Affidabilità dell'AICA.*

Vi si chiarisce dapprima la differenza fra affidabilità teorica e affidabilità pratica, con riferimento ad alcuni concetti introdotti dalla NASA una decina di anni fa, ma che sono rimasti finora poco noti, almeno alla maggioranza dei nostri lettori, anche se l'argomento « affidabilità » sia già stato sporadicamente trattato sulla Rivista. Si elencano poi i temi della affidabilità pratica, i costi e i benefici, gli elementi da cui dipende, i problemi connessi con le sollecitazioni esterne, la degradazione dell'affidabilità quando dal progetto si passa alla realizzazione e all'uso, le previsioni che si possono fare partendo da misure iniziali e infine la normativa che la riguarda.

Terrohmetro per la misura della resistenza di terra degli impianti di utilizzazione da una comune presa della rete in tensione. Nuovo metodo basato sul ponte di Wheatstone.

Il problema di misurare col comune procedimento volt-amperometrico la resistenza di terra di una rete di dispersori di una casa di abitazione cittadina presenta difficoltà spesso insormontabili, perchè è molto difficile reperire dove installare a sufficiente distanza il dispersore amperometrico ausiliario e la sonda voltmetrica. D'altra parte, con l'estendersi dell'uso degli elettrodomestici, la necessità di disporre di una buona terra e di verificarne il valore diventa sempre più pressante; donde i tentativi di risolvere il problema con altri procedimenti. A. Giustini *propone di effettuare la misura con un ponte di Wheatstone, collegando un morsetto del lato incognito alla terra locale e l'altro ad uno dei due alveoli di una qualsiasi presa luce o forza dell'edificio. Nell'ipotesi che la distribuzione sia trifase e che l'alveolo collegato corrisponda ad uno dei conduttori di fase si viene così a misurare in serie la resistenza di terra locale e quella della cabina di alimentazione e inoltre le resistenze del cavo di collegamento e della fase interessata del trasformatore di alimetazione, e si viene ad inserire in un lato del ponte la tensione alternata della rete. Gli effetti di questa sulla misura sono eliminati da due condensatori collegati in parallelo alla alimentazione e al galvanometro (sostituito nel caso specifico da un complesso di diodi elettroluminescenti o led); la resistenza di terra della cabina di alimentazione è normalmente trascurabile, essendo in generale le terre di tutte le cabine collegate fra loro; infine della resistenza del cavo e della fase del trasformatore si tiene conto con una operazione preliminare (taratura); come risultato finale si ottiene la resistenza della terra locale. Non è previsto di usare il conduttore del neutro, perchè, così facendo, non si inietta nel terreno, insieme con la corrente continua, anche una corrente alternata, che ha un utile effetto depolorizzante. Altre soluzioni sono previste, quando la distribuzione è senza neutro.*

Reti equivalenti di trasformatori a più avvolgimenti. Parte Seconda.

E' la continuazione di un articolo di A. Bossi, G. Caprio, S. Crepaz, G. Pescù e M. Ubaldini *da noi pubblicato sul fascicolo di aprile* 1979. *In esso si descriveva come è possibile determinare la rete equivalente di un trasformatore monofase, con numerosi avvolgimenti disposti radialmente attorno alle colonne, applicando il principio della dualità tra circuiti magneticamente accoppiati e reti elettriche.*

In questa seconda parte si vuole ricercare la soluzione per un trasformatore monofase con avvolgimenti distribuiti sia in direzione radiale sia in direzione assiale e variamente collegati. Poichè le reti equivalenti che ne risultano sono numerose, si pone il problema di effettuare delle scelte e vengono proposti a tale scopo due metodi di controllo, cioè un approccio analitico, tramite la rete poligonale completa, e un approccio fisico, tramite reti equivalenti a numero di elementi ridotto, sempre partendo dalla conoscenza delle reattanze binarie tra tutte le coppie di avvolgimenti. A differenza della rete poligonale completa, la rete fisica può fornire utili suggerimenti al progettista nella scelta delle soluzioni costruttive, ma, mentre il metodo analitico conduce a risultati che sono da considerarsi perfettamente congruenti con i dati di ingresso, l'altra via può determinare due diverse specie di errori, che vengono accuratamente esaminati.

Alcune considerazioni sul rendimento convenzionale dei motori asincroni nel caso di alimentazione non sinusoidale.

Come è noto il rendimento di un motore asincrono può essere determinato per via diretta, misurando la potenza (elettrica) assorbita con wattmetri e la potenza (meccanica) resa con freni oscillanti (cuplometri)e tachimetri. Si segue però anche, specie per i motori di maggior potenza, la vita indiretta, determinando le perdite del motore con prove a vuoto e a rotore bloccato, integrate da altre misure, secondo un determinato procedimento di calcolo (rendimento convenzionale); questo procedimento presuppone tuttavia che la tensione sia sinusoidale. L'articolo di R. Miglio, U. Reggiani, C. Tassoni *esamina invece il caso di una alimentazione non sinusoidale, quale va diffondendosi con l'uso di convertitori statici di frequenza, e studia l'andamento delle perdite in questo caso.*

Gli autori hanno riscontrato che l'effetto delle armoniche è in pratica limitato ad un aumento delle perdite a vuoto e concludono che il rendimento convenzionale può essere determinato eseguendo, oltre alle normali prove con tensione sinusoidale, anche una prova a vuoto con la tensione deformata fornita dal convertitore, a parità di prima armonica.

Centenario della morte di J.C. Maxwell.

Cade quest'anno il centenario della morte di J.C. Maxwell, a cui si devono le equazioni fondamentali, che reggono tutti i fenomeni elettrici e magnetici, oltre a studi di termodinamica, di scienza delle costruzioni, ecc. Noi ne ricordiamo la sua molteplice attività scientifica di fisico e di matematico in una nota redatta da G. Dal Monte, *che inquadra Maxwell in quel fervido periodo di ricercatori, che ha caratterizzato i primi sviluppi dell'elettrotecnica nata dalla pila di Volta.*

LXXXI RIUNIONE ANNUALE DELL'AEI

Trieste, 21-25 settembre 1980

I. Tema: Metodologie e tecnologie elettriche ed elettroniche nella bioingegneria

Coordinato dal Gruppo Specialistico " Bioingegneria elettrica "

1 - APPARECCHIATURE BIOMEDICHE

a) Prelievo di segnali biologici
b) Strumentazione biomedica
c) Stimolatori
d) Protesi ed organi artificiali
e) Ausilii per handicappati
f) Apparecchiature a sostegno della vita (life-support) e di terapia intensiva
g) Sistemi di elaborazione e di presentazione di segnali biologici
h) Sistemi di elaborazione e di presentazione di dati biomedici

2 - METODOLOGIA DI ELABORAZIONE DEI SEGNALI E DEI DATI BIOMEDICI

3 - MODELLI E SIMULAZIONE DI SISTEMI BIOLOGICI

4 - SICUREZZA DEGLI STRUMENTI E DEGLI IMPIANTI

a) Effetti biologici sul corpo umano del campo elettromagnetico e della corrente elettrica
b) Sicurezza per il paziente negli ospedali
c) Criteri di progetto degli impianti elettrici ospedalieri

II. Tema: Gestione tecnica degli impianti elettrici e di telecomunicazioni

Il tema è particolarmente rivolto a coloro che sono interessati all'esercizio degli impianti, e come « gestione tecnica degli impianti » si deve intendere: il controllo di qualità del servizio, la manutenzione preventiva ordinaria e straordinaria, la statistica dei guasti e gli interventi correttivi, i criteri di valutazione della fidatezza.

1 - IMPIANTI ELETTRICI

a) Produzione
b) Rete primaria
c) Rete di distribuzione

2 - IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONI

a) Reti e impianti in servizio pubblico
b) Impianti privati
c) Reti per altri servizi: ferrovie, banche, ecc.
d) Reti e impianti per radio e telediffusione

Tavola Rotonda: Gli impianti elettrici nell'ospedale
Coordinata dal Gruppo Specialistico « Impianti elettrici utilizzatori ».

Chi intende presentare una memoria dovrà far pervenire alla Segreteria dell'AEI - Viale Monza, 259 - 20126 Milano, il titolo ed un sommario (di circa 500 parole) entro il **15 febbraio 1980.**

Le memorie proposte saranno selezionate da un Comitato composto dai Relatori Generali e dai Direttori delle Riviste.

L'accettazione delle memorie verrà comunicata agli autori entro il **30 marzo 1980.** Il testo delle memorie accettate dovrà pervenire entro il **15 maggio 1980.** Riteniamo infatti necessario, per un corretto svolgimento delle discussioni, che i testi delle memorie possano essere stampati e inviati agli iscritti entro luglio (agosto, si sa, è un mese in cui anche la tipografia e le poste sono in vacanza) e i tempi tecnici per la stampa e l'invio sono poco elastici.

James Clerk Maxwell (1831-1879)

In una ipotetica cronologia sui fatti più salienti della fisica o dell'elettrotecnica o delle telecomunicazioni si potrebbe leggere quanto segue:

1819 - Hans Christian Oersted (1777-1851) scopre l'effetto magnetico della corrente elettrica.

1831 - Michael Faraday (1791-1867) scopre l'induzione elettromagnetica, ponendo le basi del concetto di « campo ».

1864 - James Clerk Maxwell (1831-1879) annuncia la sua teoria sul campo elettromagnetico e, traducendo nelle sue ben note equazioni la intuizione di Faraday sulle linee di forza magnetiche, ricava matematicamente che una perturbazione del campo elettromagnetico si propaga nello spazio come un'onda con velocità finita, che egli stesso calcola uguale alla velocità della luce.

1882 - George Francis Fitzgerald (1851-1901) pubblica alcuni studi sulla possibilità di generare onde disturbanti nell'etere a mezzo di forze elettriche (scarica oscillante di un condensatore).

1884 - Temistocle Calzecchi-Onesti (1835-1922) rende noti i risultati di esperimenti sulle variazioni di resistenza di polveri metalliche soggette all'influenza di perturbazioni elettriche oscillatorie.

1886 - Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) dimostra sperimentalmente la esistenza delle onde elettromagnetiche e verifica che tali onde seguono le leggi dell'ottica geometrica, confermando in tal modo la teoria di Maxwell.

1890 - Augusto Righi (1850-1921) continua all'Università di Bologna l'opera di Hertz con importanti ricerche sulle onde elettromagnetiche, dimostrandone la completa analogia con la luce.

1891 - Edouard Branly (1846-1940) pubblica i risultati di esperimenti su tubetti con limatura metallica soggetti a perturbazioni elettriche (coherer).

1894 - Mentre Sir Oliver Lodge (1851-1940) rievoca l'opera di Hertz, scomparso nell'anno, e ne ripete l'esperienza fondamentale sostituendo il coherer al risuonatore, Guglielmo Marconi (1874-1937) sui monti di Oropa ha l'ispirazione di utilizzare la propagazione delle onde elettromagnetiche nello spazio per trasmettere segnali telegrafici.

Un'arida sequenza di date, un'impressionante successione di eventi che — a cento anni dalla scomparsa del personaggio centrale J.C. Maxwell — invitano a ricordare ed a riflettere.

Maxwell era un teorico: le sue equazioni esprimevano la sintesi di tutti i precedenti lavori anche sperimentali nel campo dell'ettromagnetismo, per rivelarsi poi come le relazioni matematiche fondamentali atte a rappresentare tutti i fenomeni elettrici e magnetici. Lo stesso Maxwell trasse dalle sue equazioni una conseguenza di grande rilievo: se l'effetto combinato dell'elettricità e del magnetismo si manifesta nello spazio dando origine ad un campo elettromagnetico, le cui perturbazioni si propagano con la velocità della luce, la luce stessa va considerata come un insieme di onde elettromagnetiche percepibili all'occhio umano.

Nacque così la sua « Teoria elettromagnetica della luce » che costituì con successo la precedente teoria elastica. Ma le conseguenze pratiche senza dubbio più importanti derivano dal fatto che la teoria del Maxwell aprì la via allo studio delle onde elettromagnetiche generate da oscillatori elettrici.

Dalla cronologia riportata all'inizio si possono rilevare i diversi tentativi sia di produrre tali onde, sia di riceverle, nonchè l'importanza fondamentale dell'opera di Hertz.

Ma si rileva soprattutto come, fra Maxwell e Marconi, una schiera di scienziati e di tecnici (praticamente coetanei) inglesi, tedeschi, francesi ed italiani abbiano cooperato — sia pure in misura diversa — a derivare dalla concezione teorica di Maxwell una applicazione pratica (la radiotecnica) destinata ad innumerevoli e spettacolari applicazioni.

A Maxwell, uomo di immense capacità intellettuali e di eccezionale attività, non si deve soltanto questo: in una vita purtroppo molto breve, egli ha pubblicato un centinaio di articoli scientifici e quattro libri: i suoi interessi spaziavano dalla natura degli anelli di Saturno all'elettromagnetismo, dalla teoria cinetica al principio della riproduzione di tutti i colori con opportuna mescolanza di tre colori fondamentali (rosso, verde e blu).

Ma per gli elettrotecnici Maxwell resta la figura centrale dell'elettromagnetismo: colui che ha guardato al passato con una sintesi matematica delle conoscenze acquisite, per fornire lo stimolo agli sviluppi futuri della scienza e della tecnica.

G. Dal Monte

Abstracts of the papers appearing in this issue

G.U. Mattana — **« Practical Reliability » in Electronic Equipments: a General View.** (« L'Elettrotecnica », December 1979, LXVI, p. 999 ÷ 1006).

The concept of « practical Reliability » is defined in connection with the concept of *R* as discipline and the concept of *R* as property of the objects.

Then the paper proceeds with a general view of the themes of practical Reliability, pointing out the present topical problems in the electronic equipment field. Among them particular attention is paid on: costs and benefits; new problems related to the implementation of *R* in the design; aspects related to environmental stresses; programs and organization for *R;* the growth of *R*; the new complex problems of components; the *R* predictions and the comparison with the verifications; standards for *R*.

At last a temptive is made of finding out, by using the results of some enquiries, the most important and/or urgent problems of the moment.

A. Giustini — **Earth-meter for measuring the earth resistance value of A.C. users plants on usual mains sockets. New method using a modified Wheatstone bridge.** (« L'Elettrotecnica », December 1979, LXVI, p. 1007 ÷ 1010).

New easy and exact method for measuring the earth resistance in electrical plants of buildings, with the connection of the earth-meter only to an usual mains socket (using no pickets); this method uses a D.C. fed Wheatstone bridge, provided with the proper accessories to allow the measurement even if the mains A.C. current is flowing in the circuit; the A.C. presence, at once, produces an useful depolarizing action.

A. Bossi - G. Caprio - S. Crepaz - G. Pescù - M. Ubaldini — **The equivalent networks of multi-winding transformers. II Part.** (« L'Elettrotecnica », December 1979, LXVI, p. 1037 ÷ 1057).

This article deals with the equivalent network of single-phase transformers with windings grouped into to equal axially overlapping parts. This particular type of transformers is employed in power and distribution stations and in conversion plants. The equivalent network of 2 + 2 winding up to 5 + 5 winding transformers is obtained by means of the methods described in the first part of the article; a purely mathematical method is also presented, in order to verify the approximations inherent to the circuit-approach. A number of experimental results are given for all configurations.

R. Miglio - U. Reggiani - C. Tassoni — **Indirect determination of inverter-fed induction motor efficiency.** (« L'Elettrotecnica », December 1979, LXVI, p. 1059 ÷ 1065).

This paper deals with the problem of the indirect determination of inverter-fed induction motor efficiency.

The analysis of motor performance shows that the effect of time harmonics in the supply voltage pratically results in an increase of no-load losses. For this reason efficiency may be determined by carrying out, in addition to standard tests on sinusoidal voltage sources, a no-load test on non-sinusoidal voltage sources, when the first harmonics are equal.

Discorso del Presidente Nazionale dell'ANIPLA prof. Filippazzi alla seduta inaugurale

È per me un privilegio ed un piacere porgere il saluto dell'ANIPLA a tutti i presenti, all'onorevole Senatore, agli ospiti graditi, ai Soci delle due Associazioni che hanno dato vita a questa manifestazione congiunta.

Il convegno che oggi si apre riveste particolare significato e rilevanza per l'ANIPLA: da un lato, infatti, esso nasce nell'ottica della collaborazione e del sinergismo con una gloriosa associazione quale è l'AEI; dall'altro si intitola al tema istituzionale stesso dell'ANIPLA, cioè l'automazione.

L'ANIPLA — Associazione Nazionale Italiana per l'Automazione — è nata infatti a metà degli anni '50 allorché l'automazione prendeva corpo come disciplina scientifica a sè stante e come orientamento caratteristico della società industriale.

L'articolo 2 dello Statuto ne definiva già allora, con precisione, gli obiettivi; si legge infatti in esso che « l'ANIPLA, esclusa ogni finalità di lucro, si propone di promuovere e favorire in Italia la conoscenza, lo studio e l'applicazione dell'automazione, considerata nei suoi diversi aspetti: tecnologico, economico e sociale ».

Da quella ormai lontana origine, dovuta ad un ristretto gruppo di studiosi e di tecnici, l'ANIPLA ha compiuto un lungo cammino, in linea con gli obiettivi prima delineati.

Ritengo si possa dire con sicurezza che l'Associazione, nei suoi 25 anni di esistenza, ha giocato un ruolo rilevante per la crescita nel nostro paese della cultura e del « know-how » sulle tecniche della automazione.

In particolare l'ANIPLA ha promosso gli scambi con la comunità scientifica internazionale del settore, quale corrispondente italiana delle associazioni sorelle raggruppate nell'IFAC, l'International Federation for Automatic Control. All'ANIPLA è legato, tra l'altro, il BIAS, la Mostra-Convegno di Automazione e Strumentazione, che da anni costituisce un punto di riferimento non soltanto italiano. Molti sforzi l'ANIPLA ha dedicato anche alle attività di formazione, istituendo da molti anni una ampia serie di corsi, che hanno formato ormai generazioni di tecnici e specialisti dell'automazione.

I nostri Soci sono studenti, tecnici, ingegneri, dirigenti, ricercatori, imprenditori che, provenendo dai diversi settori della produzione, della ricerca e della Università, portano un contributo di esperienze complementari e diversificate.

Tutto quello che è stato realizzato è dovuto all'entusiasmo e all'impegno dei Soci, tra i quali ci è gradito annoverare anche molti amici dell'AEI.

Il convegno che si apre oggi, ha un precedente nel convegno congiunto AEI-ANIPLA che si tenne a Rimini esattamente 10 anni fa. È questa una occasione per noi dell'ANIPLA per ricordare il Presidente Nazionale di allora, il Prof. Giorgio Quazza, uno dei maggiori esperti mondiali nel campo dell'automazione, un Presidente cui l'ANIPLA deve molto, perito purtroppo, or è un anno, su una vetta delle Alpi.

Il collegamento con questo convegno di 10 anni fa rappresenta un ulteriore motivo di interesse del convegno odierno. È, infatti, un'occasione per verificare dal vivo il formidabile progresso compiuto dalle tecniche dell'automazione in questo periodo, sia sul terreno dell'applicazione pratica che sul piano concettuale. Un fattore essenziale di questa evoluzione è costituito dall'inserimento nel corpo tradizionale delle discipline di automatica, dei metodi e degli strumenti di un'altra giovane scienza, l'informatica. L'avvento congiunto dell'informatica e della miniaturizzazione offre alle applicazioni della automazione possibilità fino a ieri impensabili. Il microelaboratore, un intero elaboratore elettronico realizzato su una minuscola piastrina di silicio, assai più che un eccezionale risultato della tecnologia, costituisce in effetti lo strumento di una nuova rivoluzione industriale.

Come si vede, non mancano certo motivi di interesse in questo convegno, che troveranno sviluppo nelle sedute tecniche e nelle tavole rotonde in cui il convegno si articola.

Mi è gradito cogliere qui l'occasione per esprimere il mio più vivo apprezzamento agli amici dell'AEI che hanno centralizzato il compito organizzativo della manifestazione, svolgendolo con la precisione e l'efficienza che è loro tradizionale.

Vorrei concludere questo mio intervento con una breve riflessione. L'automazione, cui questo convegno è dedicato, costituisce in molti casi una risposta tecnologica a problemi creati dal progresso stesso della tecnologia: dal problema della sicurezza di impianti sempre più complessi, al controllo del-

l'ambiente naturale, dal risparmio energetico, ad una più armonica interazione tra l'operatore e la macchina.

Anche se non mancano gli aspetti contraddittori, sono convinto che l'automazione va nel verso giusto per l'uomo, è il mezzo per alleviare la sua fatica, lo strumento per sollevarlo dai compiti monotoni e routinari.

In questa ottica, il convegno che sta per iniziare assume un significato ed una portata che vanno oltre l'aspetto tecnico e che lo configurano come un contributo all'evoluzione positiva della società in cui viviamo.

Di nuovo, grazie a tutti coloro che, in vari modi, hanno contribuito a questo convegno e un ringraziamento particolare alle Autorità e a tutti quelli che, con la loro presenza in questa sala, hanno voluto onorarne l'inaugurazione.

Discorso del Presidente generale dell'AEI prof. Dadda alla seduta inaugurale

Autorità, Signore e Signori, Cari Consoci,

L'AEI ritorna in Liguria, a Santa Margherita Ligure, dopo molti anni, per tenervi la sua massima manifestazione culturale, la 80ª della lunga serie.

E vi ritorna con un tema ed una formula già sperimentata con successo nella già lontana riunione di Rimini: il tema della Automazione e la formula di una iniziativa in collaborazione con l'Associazione sorella che ha nella autonomazione il baricentro dei suoi interessi, cioè l'ANIPLA.

L'uno e l'altra suggeriti dagli Amici della Sezione Ligure nel momento in cui hanno rivolto a tutta l'AEI l'invito a ritrovarci in Liguria.

Ringrazio pertanto l'ANIPLA, nella persona del Suo Presidente Nazionale Prof. Filippazzi, per avere accettato di condividere con l'AEI il compito di organizzare la manifestazione, e gli Amici della Sezione Ligure per l'invito ricevuto e per tutto quanto hanno voluto fare per il successo della manifestazione stessa.

La Riunione annuale è una complessa operazione, sotto molti aspetti; dal punto di vista organizzativo, che mette a prova l'efficienza della Sezione ospitante e dell'Ufficio Centrale; dal punto di vista culturale, che impegna gli Autori ed i Relatori a portare al dibattito i frutti del loro lavoro di ricerca e realizzativo, poiché dal confronto di idee che è lo scopo principale della Riunione nascano stimoli e nuove idee in un campo così altamente innovativo.

Una parte del complesso lavoro è già stata compiuta dagli Autori delle memorie e dai Relatori speciali. Il dibattito si svilupperà nei prossimi giorni.

Oggi, nella giornata di apertura, siamo qui soprattutto per ascoltare la sintesi che il Relatore generale prof. Ezio Volta ci presenterà tra poco.

È pertanto a Lui riservato il compito di introdurci all'argomento. Io chiedo, come Presidente Generale dell'AEI, di esporre brevemente alcune considerazioni di carattere generale, che riguardano gli obiettivi generali della nostra Associazione.

Essa si propone, a norma dello Statuto, di promuovere gli studi e le ricerche nel campo dell'Elettrotecnica e dell'Elettronica, nonché nella loro applicazione.

Le tecnologie elettriche sono di base per i sistemi energetici da una parte (la cosidetta elettrotecnica di potenza) e per i sistemi preposti alla trasmissione ed elaborazione dell'informazione (la cosidetta informatica, o telematica per usare un neologismo). Dunque, energia ed informazione sono l'oggetto dei nostri studi e delle nostre realizzazioni: due componenti vitali per la società moderna, marcata dalla tecnologia.

Dall'una e dall'altra sono emersi giganteschi problemi per le società nazionali e per il genere umano in generale. Le nostre attività, da quelle di ricerca a quelle realizzative e industriali, sono cariche non tanto e non solo di significati più o meno astratti, quanto di conseguenze estremamente concrete e gravi per tutto il genere umano.

Non credo sia necessaria una soverchia illustrazione di tale asserto, bastando menzionare il problema energetico in generale, e quello della necessità, che ha una moderna società di servizi, di basarsi su tecnologie elettroniche per la soluzione dei problemi di ricerca, organizzativi e di produzione.

I tecnici ed i ricercatori in elettrotecnica ed elettronica non intendono affermare di avere in mano la chiave di tutti i problemi che la società odierna ha. Essi si rendono ben conto che la soluzione di tali problemi non può semplicisticamente essere affidata alla sola tecnologia e sono sensibili, come cittadini partecipi alla vita del proprio paese, ai condizionamenti ed alle istanze di carattere sociale, psicologico e morale che stanno alla radice di molti dei malesseri di cui soffre la società.

Sono anzi consci del fatto che le innovazioni tecnologiche di cui sono portatori possono essere benefiche per l'uomo, solo a condizione che questi sappia preventivamente accettarle facendole diventare parte della propria cultura.

Sono d'altra parte convinto che l'umanità non abbia altra scelta, per proseguire sul cammino dell'affrancamento dal bisogno, se non quella di rendere possibile l'accettazione di quelle che non sono più scelte tecnologiche, ma strade obbligate.

L'umanità nel suo complesso sta vivendo il dramma delle decisioni in materia di energia. La tecnologia elettronica sta inoltre preparando situazioni nuove nel campo della diffusione e dell'uso della informazione che incideranno profondamente sul modo di organizzare, di produrre, di governare, cioè sul modo di vivere.

I tecnici segnalano ai politici, ai sociologi, e, perché no, anche ai religiosi, che certi atteggiamenti

e decisioni non basati su dati obiettivi, cioè scientifici, sono suscettibili di portare l'uomo al disastro.

Emerge da quanto sopra un nuovo ruolo delle Associazioni culturali: non più delle torri d'avorio ove scienziati e tecnici si raccolgono in contemplazione della verità, ma organi importanti per la vita di un Paese.

Tale ruolo le Associazioni potranno svolgere dando innanzitutto più largo spazio alla formazione dei propri membri, per aiutarli a seguire tempestivamente il progredire incessante della tecnologia, e mantenere il paese e le sue strutture produttive e dei servizi all'avanguardia.

Ma tale compito, tradizionalmente svolto da esse, deve essere integrato da uno nuovo, e cioè quello di un servizio alla comunità attraverso una opera di informazione che ponga tutti i cittadini in grado di valutare le implicazioni economiche e sociali delle scelte cui potrà essere chiamato.

In tale spirito, con tali sentimenti e propositi, l'AEI si appresta ad iniziare i lavori della sua 80ª Riunione annuale.

Intervento del Sottosegretario per il Coordinamento della Ricerca Scientifica e Tecnologica Sen. Dino Riva alla seduta inaugurale

Sig. Presidente, Signore, Signori convegnisti, Autorità,

come già negli anni precedenti, il Governo che ho l'onore di rappresentare, con la presenza tra voi di un proprio membro, vuol testimoniare la propria simpatia verso una famosa e benemerita Associazione ed il proprio vivo interesse al tema — ai temi — che qui saranno oggetto di studio e di dibattito.

Un paese come il nostro, che pur nelle evidenti carenze e contraddizioni, è tuttavia nel novero d'avanguardia dei paesi industrializzati del mondo, non può non seguire con la massima attenzione tutto quanto va nella direzione del progresso della ricerca, della scienza, e quindi delle conquiste umane.

E non vi è dubbio che un valido contributo in tal senso, in termini di studio, di sviluppo e di promozione sia venuto e verrà, ne siamo certi, dall'Associazione elettrotecnica ed elettronica italiana.

Negli ultimi vent'anni le applicazioni dell'elettronica sono andate sempre più diffondendosi per sostituire o assistere l'uomo non solo nelle operazioni manuali, ma anche nello sforzo mentale: l'automazione elettronica interviene nei processi produttivi per ottimizzare l'uso delle risorse ed aumentare la produttività. Sicché, se le industrie tradizionali sono state protagoniste della rivoluzione industriale degli ultimi cento anni, perché hanno fornito all'uomo i mezzi per la trasformazione della materia attraverso l'uso appropriato dell'energia, l'industria elettronica diventa oggi la protagonista della nuova rivoluzione tecnologica, perché fornisce conoscenze e mezzi per il trattamento appropriato delle informazioni, in modo da ottimizzare l'uso delle risorse disponibili. Investire nell'elettronica significa investire sull'uomo e quindi sul futuro, essendo ormai riconosciuto che essa è la componente indispensabile non solo per migliorare i processi produttivi, ma anche per migliorare e razionalizzare i servizi sociali.

L'industria elettronica è infatti un settore nel quale gli investimenti più qualificati e determinanti si fanno nella ricerca, che va vista come parte integrante del ciclo industriale moderno, il quale si sviluppa compiutamente, in modo creativo e vitale, solo se ci si impegna in tutte le fasi: ricerca-produzione-commercializzazione.

Nell'ambito di questo processo di ricerca e sviluppo nel vasto settore dell'elettronica, un particolare rilievo assumono i problemi relativi all'automazione.

È questo un settore per la cui sopravvivenza è determinante il ruolo della ricerca e sviluppo. Si tratta infatti di attività molto diversificate, dall'elettronica di potenza alla strumentazione e controllo dei processi, alla biomedica, all'automazione della produzione industriale, ai sistemi avionici, spaziali e di controllo del traffico, attività tutte caratterizzate da un elevatissimo ritmo di innovazione e da una notevole specializzazione tecnica ed applicativa.

Il nostro Paese si presta allo sviluppo di produzioni valide e vitali anche nelle dimensioni di piccole e medie imprese, a condizione che lo sbocco commerciale dei prodotti non sia confinato al mercato nazionale.

L'apporto dell'automazione al sistema economico (e non soltanto all'industria e ai servizi, ma anche all'agricoltura e all'ecologia) si traduce sostanzialmente in incrementi della produttività. Ciò significa « automaticamente » maggior disponibilità di risorse che possono essere variamente impiegate in un quadro generale di programmazione; in misura più o meno grande queste risorse possono essere trattenute all'interno del sistema industriale sia pure per aumentare la competitività dei prodotti all'estero sia, ad esempio, per diminuire la fatica umana.

Queste brevi, schematiche riflessioni sopra un tema tanto vasto e suggestivo qual è quello della automazione, non sono e non pretendono di essere indicazioni per gli importanti lavori di questa vostra ottantesima Riunione annuale.

Esse vogliono soltanto confermare che il Governo è profondamente interessato ai problemi della ricerca in tutti i settori e, principalmente, in quelli dell'elettronica e dell'elettrotecnica, nei quali vede e dai quali si attende spinte in avanti nella tecnologia e nella scienza, nelle attività commerciali e, quel che più conta, nella promozione umana.

Buon lavoro!

Automazione

Ezio Volta

Relazione Generale alla 80ª *Riunione Annuale AEI e* 23° *Convegno Annuale ANIPLA*
S. Margherita Ligure, 23-28 *Settembre* 1979

Dieci anni fa l'AEI teneva a Rimini la sua 70ª Riunione Annuale sul tema « Controlli Automatici », e a tale Riunione annuale, come all'attuale sul tema « Automazione », si univa l'ANIPLA. Molta partecipazione e molto interessamento hanno caratterizzato quel convegno, e ciò è giustificato se si pensa che il settore dei Controlli Automatici era, nel 1969, in una fase di precisazione e di sviluppo la cui importanza sarebbe apparsa palesemente negli anni successivi. Nella relazione generale, allora tenuta da A. Ruberti, erano contenuti commenti di sostanziale validità sullo stato della teoria dei Controlli Automatici, e, in particolare, sulle prospettive aperte dalla organizzazione di una solida teoria dei sistemi, sulla determinante influenza dei procedimenti di identificazione e sulle possibilità presentate dalle metodologie per l'ottimizzazione; numerose relazioni presentate alla Riunione confermavano quegli orientamenti generali. Si può dire che tali idee, così ben delineate nella Riunione del 1969, siano state le guide sulle quali si è mossa la grande massa delle applicazioni dei C.A. in quest'ultimo decennio. Oggi la finestra aperta dalla nostra Riunione è orientata proprio verso le applicazioni, com'è indicato da tema e sottotemi e com'è stato ben compreso dai presentatori di relazioni.

A - Sviluppi generali orientati alle applicazioni

Se si vuole inquadrare questa vastissima materia, apparentemente dispersa, eterogenea come settore operativo e forse ancora più eterogenea come grado di approfondimento e conoscenza dei processi controllati, si è portati a considerare due punti come caratteristici dell'attuale fase applicativa, comunque e dovunque essa avvenga:

1° - *la disponibilità di impostazioni teoriche* generali (in particolare, di quelle sopra ricordate in base alle indicazioni del 1969) è stata ed è determinante perché ha consentito e consente:
di ridurre progressivamente le progettazioni empiriche o semi-empiriche, incrementando contemporaneamente le realizzazioni che riescono ad essere attuate secondo specifiche ben definite;
di utilizzare come strumenti di lavoro i sempre più raffinati apparati di calcolo automatico, sia fuori linea, per studi e progetti, sia in linea, per la realizzazione del controllo;
di migliorare sostanzialmente la conoscenza dei processi da controllare, mediante l'applicazione di tecniche di identificazione realistiche (con adeguata valutazione delle possibilità di misura e dei mascheramenti da rumore) anziché banalmente povere, com'erano le prime procedure escogitate per l'identificazione.

Un altro elemento di importanza fondamentale è rappresentato dalla

2° - *disponibilità di sistemi digitali* enormemente migliorati, adatti alla acquisizione, alla memorizzazione ed all'elaborazione di segnali e dati significativi dei processi controllati: che il « calcolatore » fosse da considerare un *componente* del sistema di controllo automatico non era forse un concetto largamente accettato dieci anni fa, ma lo è certamente oggi, non solo perché l'elettronica ad alto grado di integrazione ha portato a sostituire il « rack » od il contenitore con poche piastre al posto della vasta parete di armadi pieni di componenti, ma anche o soprattutto perché i Controlli Automatici più impegnativi ed importanti si basano ormai su algoritmi matematici, che a loro volta richiedono « routines », realizzabili gli uni e le altre solo con « componenti di calcolo ». Né la situazione è giunta a saturazione; anzi, molto ci si attende ancora, sia in fatto di aumento di prestazioni, sia di riduzioni di ingombri e di costi.

Per quanto riguarda il 1° punto sopra indicato, e cioè le teorie concernenti il controllo sviluppate e messe a punto in quest'ultimo decennio, va fondamentalmente notato il loro orientamento all'applicazione.

Per esempio, dieci anni fa si poteva indicare come uno dei fatti dominanti per i sistemi lineari l'utilizzazione delle trattazioni basate sul concetto di « stato », fino al progetto con assegnazione a priori dei poli od autovalori a controllo operante (cioè « ad anello chiuso », nei casi più semplici); e molti ritenevano esaurienti tali risultati, che consentivano di progettare i sistemi di controllo stabilendo a

priori i modi delle risposte dinamiche. Successivamente la critica derivante da considerazioni molto concrete ha portato non soltanto a sviluppare adeguate metodologie di progettazione, ma anche ad evidenziare, studiare e almeno in parte a risolvere altri problemi, come quello dei residui nei poli, e quindi della possibilità di assegnare a priori anche gli zeri del sistema, nonché il modo di garantire i livelli di guadagno che si rivelano necessari per ottenere prestazioni precise.

Altre considerazioni pratiche hanno portato ad escogitare modi per supplire alla mancanza di misure dirette delle variabili di stato, dovuta a difficoltà od impossibilità di eseguire le misure stesse; ne è derivata la teoria degli « osservatori » o « ricostruttori dello stato » in base a misure sulle uscite.

Ulteriore esempio di orientamento degli studi verso le applicazioni si ha considerando come si è andato evolvendo lo stesso concetto di ottimizzazione: questo usato ed abusato termine indica, nella sua vera sostanza, l'obiettivo di un'automazione approfondita e considerata nel modo più generale; il suo adattamento ai casi reali ha portato ad affrontare due classi importantissime di problemi:

1 - controllo dei sistemi con struttura complessa, che costituisce ormai un notevole capitolo anche per l'Automatica applicata, sotto il titolo dei « large scale systems ». Suddivisioni di compiti, decentralizzazioni e coordinamenti su base gerarchica, scelta ottima delle strutture, sono stati ampiamente considerati e studiati. Anche assai importante e ingegneristica è — nei grandi sistemi — la valutazione dell'apporto di ciascuno dei possibili rilevamenti, tenuto conto delle probabili incertezze ed errori nelle misure: di qui le decisioni circa la loro adozione, ossia la scelta ottima dei flussi di segnali e la realizzazione relativa con le tecniche dell'informatica distribuita: coordinamento e interrelazione tra sistemi di acquisizione e di elaborazione ottimamente disposti per la realizzazione del C.A. complesso;

2 - controllo adattivo, cioè con struttura e parametri del sistema di controllo che si autoadeguano alle condizioni nelle quali il sistema controllato si trova ad operare: benché l'idea non sia recente, lo sviluppo di metodologie di C.A. adattivo è avvenuto in gran parte nell'ultimo decennio, con soluzioni originali (per esempio « self-tuning ») di grande interesse applicativo.

Sviluppi generali orientati all'applicazione si sono avuti nello studio di alcune classi di sistemi non lineari (fenomeni fisici caratterizzati da non-linearità non trascurabili sono molto sovente presenti nei processi da controllare e in componenti dei sistemi di controllo).

Inoltre, si è già accennato all'identificazione: negli ultimi anni essa è stata realisticamente impostata, con ricorso ad appropriate considerazioni statistiche, studio degli algoritmi, loro sviluppi su calcolatori: ne sono derivate metodologie di estrema utilità applicativa.

Un aspetto realistico che contraddistingue i lavori di impostazione generale e teorica compiuti nelle varie direttrici ora richiamate è quello della giusta considerazione nella quale sono state tenute le possibilità, le semplificazioni, le interfacciature con l'operatore e col processo controllato, proprie dei dispositivi di calcolo automatico da utilizzare.

Altre linee potrebbero essere indicate, ma ai dettagli di questo argomento non si può qui concedere altro spazio. Il fatto che si vuol sottolineare è che le applicazioni dei C.A., e quindi l'automazione, hanno potuto compiere passi davvero notevoli perché hanno potuto disporre di impostazioni generali che sono andate via via affinandosi nella direzione della rispondenza alle effettive esigenze.

Come riprova dell'accentuarsi di queste tendenze o, se si vuole, di queste crescenti esigenze applicative, si può ricordare l'ultimo Congresso triennale mondiale dell'IFAC (International Federation of Automatic Control — la sua autorevolezza è ben nota e ben fondata, data l'adesione di Paesi di tutto il mondo) tenuto ad Helsinky nel giugno 1978: l'intestazione di tale Congresso (circa 300 memorie) è stata « A link between Science and Applications of Automatic Control ».

Per quanto riguarda il 2° punto sopra indicato, e cioè la continua evoluzione dei sistemi digitali utilizzabili per il controllo, sono certamente presenti e ben chiare a tutti la portata, le possibilità aperte dal passaggio della elettronica a componenti discreti a quella integrata, e poi la portata e le possibilità aperte dai successivi gradi di integrazione. Si possono enumerare come passi di portata decisiva: la riduzione della complessità circuitale e dei costi ed il contemporaneo ampliamento delle funzioni ottenibili, la continua ricerca di semplificazioni per l'utilizzatore, sia dal punto di vista del superamento dei grossi scogli rappresentati dal software, sia dal punto di vista della preparazione di nuovi elementi ad alta integrazione, aderenti alla richiesta che viene dalle applicazioni; una certa unificazione che si va manifestando anche nelle realizzazioni più elaborate e avanzate; ma ancora più sostanziale appare il mutamento di filosofie di controllo legato a queste realizzazioni del « nuovo » corso dell'elettronica: infatti l'affermazione dell'informatica distribuita, la attenzione rivolta alle interfacciature ed all'iterazione uomo-macchina, sono sostanzialmente basate sul progresso dei componenti elettronici. Verso la fine dello scorso anno si è tenuto a Milano, promosso dalla FAST e dall'ANIPLA, un convegno dal titolo « Automazione e Microcalcolatore », con vasta e qualificata partecipazione nazionale ed internazionale; presidente del Comitato Scientifico è stato

Fabio Capocaccia, attuale vice presidente della nostra Sezione Ligure dell'AEI: agli atti di tale convegno si rinvia chi desidera sull'argomento un'informazione completa ed aggiornata; mentre la tavola rotonda sul tema « Impiego dei microelaboratori nell'automazione industriale » che si svolgerà durante questa Riunione, permetterà sicuramente di presentare — sia pure in riassunto — un buon panorama generale.

B - Realizzazione dell'automazione.

La fase applicativa è quasi sempre accompagnata da una preparazione laboriosa e difficile, che tante volte assume dimensioni e durate imponenti. La formulazione di modelli matematici accettabili (indispensabile base di partenza per poter progettare i C.A.) può presentare difficoltà:

— perché l'identificazione mediante analisi fisico-matematica risulta, per molti processi, difficilmente attuabile e dà risultati scarsamente attendibili;

— perché, d'altra parte, le metodologie basate unicamente su deduzioni da rilevamenti (identificazione a « scatola nera ») si rivelano talvolta poco adatte al caso da trattare a causa di ipotesi euristiche o troppo elementari, o comunque malamente applicabili;

— perché si richiedono, in molte situazioni, calcoli di parametri o rilevamenti sperimentali difficili, lunghi, costosi, non di rado osteggiati dai responsabili della progettazione e dell'esercizio degli impianti da controllare.

È evidente che gli ostacoli incontrati assumono maggiore gravità quando la complessità dei problemi e le incertezze a priori sulle strade da percorrere obbligano ad attuare i C.A. per passi successivi, inframezzati da rilevamenti, ripensamenti e valutazioni. Ne può derivare veramente un grosso lavoro di sperimentazione e di simulazione, con tentativi e adattamenti ripetuti, e tale lavoro può solo essere superato da volontà ed entusiasmo basati su solida preparazione e forte convinzione. Fortunatamente in Italia si è riusciti a creare una situazione molto favorevole in questo senso.

Per molti anni un'azione di avanguardia è stata condotta dall'Università, con un forte apporto del Consiglio Nazionale delle Ricerche: essa è stata sostanzialmente pilotata dal nostro gruppo di universitari approdati all'isola del Controllo Automatico e delle sue applicazioni dopo navigazioni su rotte provenienti dai settori tradizionali (per lo più elettrici); a tale gruppo si è andata via via unendo una schiera di giovani di nuova formazione automatico-sistemista, parecchi dei quali ora in cattedra od in attesa ben giustificata di esserlo presto. L'impostazione data organizzando scuole estive su argomenti ben scelti, costituendo gruppi di lavoro, promuovendo l'istituzione di Organi CNR non inutili, è risultata ben appropriata: ciò è stato mostrato dal numero crescente di giovani attratti al settore, per la laurea, la ricerca o la professione; dai lavori usciti e, in particolare, da quelli accettati in sedi internazionali di primaria importanza; dalle collaborazioni internazionali per ricerche in atto. Se un dubbio va manifestato, a proposito dell'attuale corso di questa azione Universitaria/CNR, esso deriva dal fatto che il Gruppo CNR che coordina questo settore ha di recente ammainato la bandiera dell'Automatica, depennandone il nome dalla propria intestazione, e ciò mentre, in campo internazionale, fondamentali riviste, congressi, associazioni, la mantengono con la massima evidenza. Si deve però notare che — ad opera di chi si occupa di Informatica — è stato di recente avviato nell'ambito del CNR un progetto finalizzato dal titolo « Informatica » costituito in tre sottoprogetti, uno dei quali intitolato « Automazione del lavoro e del controllo dei processi industriali ». Ci si può perciò attendere un sensibile intervento pubblico a vantaggio del settore e conviene formulare l'auspicio che esso si orienti a ricerche valide e non si riduca ad uno sbriciolamento fra piccole iniziative poco o nulla produttive.

Parallelamente all'azione dell'Università e del CNR, si sono trovati ad avviare importanti azioni nel settore dell'Automatica applicata le Industrie e gli Enti di esercizio.

Nelle Industrie l'automazione ha fatto in genere la sua comparsa come necessità di un'aggiunta al prodotto tradizionale, oppure come assieme di procedimenti consigliabili per una migliore supervisione e organizzazione della produzione e dell'esercizio. La prima strada ha portato, con progressivo cambiamento di tecniche, ma soprattutto di mentalità, dall'aggiunta all'*integrazione dell'automatismo*: ciò significa che oggi molte produzioni quanto mai « classiche » (per esempio: macchine utensili ed operatrici) sono progettate — talvolta con modifiche sostanziali — in vista ed in funzione della loro automazione; ed altre verranno realizzate solo dopo che sarà stato definito il loro funzionamento automatizzato (per esempio: che sarà di talune parti del motore d'automobile quando sarà applicato un esteso controllo elettronico?). Il primitivo e grossolano « criterio dell'aggiunta » viene, dunque, piano piano, abbandonato.

La seconda strada, quella degli aiuti alla produzione, ha portato ad un crescendo impressionante nell'uso dei dispositivi automatici, sia per operazioni discrete, sia per flussi continui di materiali e semilavorati: fino a macchine a trasferta ed a stazioni a robot inimmaginabili pochi anni fa. Una tavola rotonda sui robot industriali avrà luogo durante questa nostra Riunione.

Non meno grandioso (come appare anche dalle memorie presentate) è il panorama relativo agli Enti di esercizio. La produzione, trasmissione, di-

stribuzione dell'energia elettrica, altre distribuzioni di pubblica utilità (acqua, metano), i servizi telefonici, telex, postali, la gestione delle ferrovie, linee aeree e marittime, autostrade, trasporti urbani, ecc., hanno tutti riscontrato forte utilità dall'uso di procedure automatiche. Talvolta, all'osservatore superficiale, l'aspetto informatico (raccolta, trasmissione, memorizzazione dati, interfacciature di ingresso/uscita) sembra l'unico da considerare. In realtà, la sostanza sistemistico-controllistica (ottimizzazione nella gestione dei dati, filosofie di utilizzazione dei dati stessi e di conseguente intervento sull'impianto) si rivela determinante.

Tanto nei settori industriali quanto in quelli dell'esercizio è stata ed è tuttora molto vivace e profonda, nel nostro Paese, l'azione condotta anche nel settore Automazione da grandi Aziende ad attività multinazionale: sono ben noti i nomi di costruttori e fornitori di sistemi di calcolo ed elaborazione dati, di strumentazione per sorveglianza e controllo, di attuatori per uso generale o speciale. Si ritiene qui di dare qualche cenno solamente su alcune aziende italiane di grande importanza, e questo non per discriminare — assurdamente — tra lavoro svolto in Italia sotto etichetta italiana o straniera, ma unicamente per tentare di illustrare quale è stata da noi, in questi ultimi tempi, l'iniziativa locale, lo sviluppo e la richiesta di automazione.

Le industrie e gli Enti utilizzatori dell'automazione hanno affrontato ciascuno i propri problemi con forze interne od esterne. Dalle soluzioni interne è derivata la creazione di reparti, laboratori ed uffici tecnici totalmente dedicati e quindi, in genere, assai specializzati. Le soluzioni esterne si sono basate sulla collaborazione con fornitori non solo di apparati, ma di sistemi completi di controllo; esse hanno anche dato luogo ad un certo collegamento con i centri di ricerca dell'Università e del CNR, che è riuscito tanto più valido ed utile quanto più in quei centri si è trovata disponibilità all'orientamento applicativo; ciò — si deve riconoscere — non è sempre ed ovunque avvenuto, nè le attuali disposizioni generali, dominate da inquadrature organizzative e sindacali, e in particolare dalla paura che si creino forme di precariato, sono tali da incoraggiare; sicchè molte Aziende hanno stabilito e vanno stabilendo efficaci rapporti con docenti o ricercatori, interessati, singolarmente od a gruppi cooperativi, ai problemi specifici.

Venendo ai cenni sulle iniziative italiane, se ne ricorderanno dapprima alcune originate dalla richiesta di automazione presso Aziende non dedicate all'automazione.

Nel gruppo delle industrie meccaniche di Stato (Aziende della FINMECCANICA) le esigenze interne hanno portato ad un notevole sviluppo di elettronica per l'automazione, avvenuto in questo ultimo decennio: presso l'Ansaldo 10 anni fa era già iniziata l'applicazione di calcolatori commerciali per scopi di controllo, mentre da qualche anno l'orientamento si è spostato all'uso di propri sistemi a micro-elaboratore; i settori ai quali l'automazione è stata orientata sono stati dapprima, nell'ordine, quello siderurgico, dell'energia, dei trasporti terrestri e navali; poi si è verificata l'espansione ad altri settori. Oggi la Divisione Automazione Ansaldo consta di circa 400 persone; un folto gruppo di memorie presentate a questa Riunione ne illustra attività e realizzazioni. Altre Aziende dello stesso Gruppo hanno sviluppato automazioni orientate a settori specializzati: dall'aeronautica all'automobilismo, alle macchine utensili, ecc. Merita ricordare, fra queste, l'attività dell'Aeritalia, azienda costituita giusto 10 anni fa, che nei suoi settori avionica, strumentazione, missili e spazio, annovera una importante produzione di sistemi avionici, per l'assistenza alla navigazione e per il suo controllo automatico.

Le industrie di Stato per le telecomunicazioni e l'elettronica, riunite nel gruppo STET, hanno nell'ELSAG e nel consorzio ELSEL (ELSAG-SELENIA) una concentrazione di studi e sviluppi d'automazione; attività che si rivolge essenzialmente al controllo in tempo reale di processi con notevoli esigenze di velocità di elaborazione: sistemi di controllo di armi (con specializzazione prevalente nel campo navale), regolazione industriale (turbine, caldaie, supervisione e teleoperazioni per il settore dell'energia elettrica), controllo numerico di macchine utensili, riconoscimento automatico degli indirizzi mano- e dattiloscritti sulla corrispondenza, e di dattiloscritti e stampati, con applicazioni postali e telefoniche. A questi settori sono dedicate alcune memorie presentate alla nostra Riunione da tecnici ELSAG.

Sistemi di elaborazione veloce dei dati sono stati progettati e costruiti per la soluzione di tali problemi di controllo. Particolarmente nel campo navale militare la collaborazione ELSAG-SELENIA ha portato allo sviluppo di avanzate soluzioni di controllo.

La FIAT ha costituito nel 1957 un centro elettronico per il servizio del gruppo, che si è successivamente trasformato in « Sezione produzioni elettroniche » ed ha studiato e realizzato apparecchiature di supervisione e controllo per impianti e produzioni FIAT (ad esempio, uno dei campi di attività è stato quello dell'automazione navale, per il quale la Sezione produzioni elettroniche ha sviluppato e realizzato un proprio sistema di controllo per la propulsione con motori Diesel). La rapida espansione della richiesta ha portato alla trasformazione di tale sezione elettronica nella SEPA Società di Elettronica per l'Automazione, S.p.A., azienda autonoma del gruppo. Oggi la SEPA occupa circa 500 dipendenti, di cui oltre 300 tecnici, laureati e diplomati, ed opera nei settori dell'automazione navale mercantile e militare, dell'automazione

e strumentazione industriale (macchine utensili, trasferta e robot, magazzini automatici, collaudi automatici), delle centrali elettriche, dei sistemi d'arma (siluri), dell'automazione biomedicale, del controllo ambientale, della sicurezza.

Di un'altra azienda elettromeccanica, la Ercole Marelli, merita ricordare l'attività nel campo della automazione impiantistica, iniziata nel 1961 con lo sviluppo di logiche statiche a transistori, e progressivamente incrementata, con adeguamento alle tecnologie elettroniche più moderne: negli ultimi 10 anni sono stati realizzati molti sistemi di automazione con calcolatore per siderurgia, fibre tessili, acquedotti, centrali elettriche.

Sono in sviluppo dei regolatori a logica programmabile capaci anche di consentire il controllo di anelli analogici (sono dotati di appositi convertitori A/D e D/A, per uscite e ingressi) con programmabilità assai facilitata, a portata anche di non specialisti di software, mentre, per i casi più complessi, si prevede il ricorso a configurazioni più o meno dedicate di microelaboratori; nel settore dell'informatica distribuita, che sta prendendo il sopravvento rispetto a soluzioni facenti ricorso ad un grande calcolatore centrale, la E. Marelli sta attivamente lavorando, in collaborazione con la Westinghouse Electric Co. Varie memorie presentate da ingegneri di questa Azienda, e riguardanti tanto le linee di prodotto quanto diverse applicazioni recenti, potranno assai meglio illustrare la sua attività.

La « Nuovo Pignone », con sede a Firenze, ha iniziato circa 20 anni fa la sua attività nel campo dell'automazione studiando e realizzando sistemi di teleoperazione a logiche cablate per metanodotti e oleodotti, nell'ambito del gruppo ENI. Nella successiva evoluzione di tali sistemi una crescente attenzione è stata rivolta alle stazioni periferiche ed ai componenti: nelle stazioni periferiche, aventi compiti di misura, controllo, elaborazione di segnali, sono stati specialmente seguiti criteri di modularità, ovviamente di grande importanza per il pratico impiego. Seguendo i progressi delle tecnologie dei componenti discreti sono state sviluppate stazioni periferiche a bassissimo consumo di energia, sistemabili in armadi stagni, e quindi adatte anche per installazioni all'aperto. Le più recenti soluzioni fanno ricorso a microprocessori, e con ciò le stazioni periferiche sono in grado anche di effettuare il controllo dei segnali in loco, riducendo così la complessità delle trasmissioni. Stazioni di controllo centrale vengono realizzate con calcolatori commerciali. Tutto il software occorrente viene anche sviluppato nell'Azienda.

Per le grandi linee di trasporto di greggio e di gas e per le distribuzioni di acqua e d'energia elettrica la Nuovo Pignone fornisce oggi il telecontrollo completo « chiavi in mano ». A tali impianti è anche legata una serie di realizzazioni di informatica gestionale (ad es. applicata da Aziende municipalizzate) integrata con i sistemi di controllo. Queste attività sono svolte nelle sedi di Roma (Sistemi di automazione, 140 persone) e di Bari (principalmente valvole di controllo portata fluidi). Una relazione a questa Riunione è relativa a tali valvole.

La « Olivetti Controllo Numerico S.p.A. », consociata del Gruppo Olivetti, è una delle maggiori aziende europee del proprio settore. Trasferita recentemente da Ivrea a Marcianise (Caserta) si configura come la prima Azienda italiana di beni strumentali ad alta tecnologia che opera nel Mezzogiorno d'Italia. Progetta, produce e distribuisce macchine utensili a controllo numerico, macchine di misura, rilevatori di quote, unità di governo e, attraverso la OSAI (Olivetti Sistemi per l'Automazione Industriale), anche essa con sede a Marcianise, progetta, produce e commercializza robot destinati a montaggi in industrie manifatturiere.

L'attuale linea di produzione della Olivetti Controllo Numerico è il risultato dell'integrazione di due tecnologie, una meccanica ed una elettronica, che si innestano nella esperienza cinquantennale acquisita dalla Olivetti nei problemi della meccanica di precisione e nella più recente ma articolata e profonda conoscenza della elettronica dell'ultimo ventennio.

La Tecnost, consociata Olivetti, costituita meno di un anno fa, opera nel promettente mercato degli « automatic test equipment ».

La Tecnost rappresenta il proseguimento, in forma autonoma, di una attività da sempre esistente all'interno della Olivetti. Nella nuova organizzazione la Tecnost mette a disposizione della clientela un ricco know-how, con tempi di risposta notevolmente ridotti, ed offre un completo servizio di « enginering ». Fondamentalmente i clienti sono di due tipi: quelli che operano già nel settore della elettronica, ai quali la Tecnost mette a disposizione le proprie conoscenze nel « testing » e nel controllo di qualità, e l'industria della meccanica leggera ed elettromeccanica che vuole orientare la propria attività verso l'elettronica, alla quale è offerto un prodotto « chiavi in mano ».

Siano ora consentiti alcuni esempi di notevoli attività italiane completamente orientate alla produzione di apparati e sistemi di automazione (ossia non sviluppate all'interno di Aziende costruttrici di macchinario ed impianti sotto la spinta della richiesta del proprio prodotto). La S.p.A. Carlo Gavazzi, partendo dallo sviluppo di strumentazione per processi, ha realizzato linee complete di supervisione e controllo automatico basate su tecniche digitali a microelaboratori. Le principali applicazioni di questi ultimi anni hanno riguardato stazioni di pompaggio per oleodotti e centrali termoelettriche di stabilimento (una relazione sul controllo numerico diretto di caldaie è stata presentata a questa Riunione). La Siemens Elettra, valendosi della collaborazione del Gruppo straniero cui è legata, ha svilup-

pato e realizzato molte automazioni per processi produttivi e per servizi; più che farne qui l'elenco, conviene rinviare alle varie memorie presentate dai suoi ingegneri. La DEA (Digital Electronic Automation) opera dal 1963 nel campo delle macchine automatiche per misure e controlli digitali di produzione, anche in linea, e per magazzini e trasporti di materiali, ed anche robot con caratteristiche di programmabilità e adattività molto avanzate.

Un assai grosso capitolo dovrebbe essere scritto per illustrare quanto hanno realizzato le Industrie fabbricanti di macchinari, prodotti e beni di consumo, allo scopo già indicato di migliorare e razionalizzare i cicli di lavorazione e la produzione che ne deriva. Esempi notevoli sono illustrati dalle memorie presentate a questa Riunione. Si citeranno due campi, entrambi di immense dimensioni:

— per l'industria siderurgica sono descritte, nelle memorie, realizzazioni in Italia e all'Estero (ad opera di Italsider, Italimpianti, Siemens Elettra, Techint, Marelli)

— per l'industria elettrica sono descritte moderne soluzioni sia da parte ENEL, sia da parte dei costruttori di centrali e di automatismi (Ansaldo, AMN, Tosi, Data Control, Siemens Elettra).

Ci si deve rallegrare che la presentazione di questi due grandi sottotemi sia risultata ampia, in questa Riunione.

I relativi sviluppi sono stati e sono di vasta portata anche nei periodi di « austerity » e ciò conferma che l'automazione porta a sistemi di produzione e di gestione sempre più essenziali.

Va ancora ricordata l'importanza, sempre determinante per l'esito delle applicazioni del C.A., della strumentazione: misure, raccolte sistematiche di dati, supervisioni, allarmi, colloqui uomo/impianto controllato, richiedono tutti, come presupposto di base, una strumentazione precisa e affidabile. Anche i procedimenti di misura traggono in molti casi vantaggio dalla introduzione di procedimenti automatici; varie relazioni si riferiscono a tale soggetto.

Una grande considerazione meritano inoltre, come già detto, le realizzazioni richieste e studiate dagli Enti di esercizio. Vasta documentazione è stata presentata, in apposite memorie, a questa Riunione. Va ricordato in primo luogo, per la sua azione di guida e per i forti contributi forniti non solo all'ENEL, il Centro Ricerche di Automatica di Milano della Direzione Studi e Ricerche dell'ENEL. Nè, parlando del C.R.A., è possibile non ricordare subito Giorgio Quazza, a poco più di un anno dalla sua morte accidentale, prematura e dolorosa per chi lo ha conosciuto e ha avuto occasione di lavorare assieme a lui. Chi scrive lo ricorda — l'ultima volta — ad una riunione presso la FAST, a Milano, in cui veniva sottolineata l'importanza del legame tra Elettronica moderna ed Automazione, in vista delle iniziative da programmare a cura della FAST stessa. La sua attività non è stata soltanto di studio, di consulenza all'esercizio ENEL, di sperimentazione, ma principalmente di impostazione generale, in Italia e in sede internazionale. Secondo quella sua impostazione continua l'attività del C.R.A. Un buon numero di notevoli memorie presentate a questa Riunione documenta gli studi e le ricerche recentemente compiuti dal C.R.A., e alcune applicazioni realizzate con la collaborazione di tale centro. Anche notevole l'azione svolta in ambito automazione ENEL da parte dei differenti Centri di studio, Servizi e Compartimenti di tutta Italia, ed anche questa è documentata da parecchie relazioni interessanti ed attuali. Come è logico, si trova in quelle relazioni una traccia viva del contatto e del lavoro in collaborazione tra ENEL e industrie specializzate: dall'Ansaldo e dalla Tosi per la produzione di energia elettrica, alla Marconi Italiana per le protezioni nelle centrali termoelettriche, alla Techint per il telecomando e controllo centralizzato delle reti (... sempre chiedendo venia per le citazioni incomplete).

Tradizionale, ma sempre ricco di spunti e migliorie, il settore del controllo della produzione dell'energia, adeguatamente trattato da memorie che giungono fino al controllo degli impianti solari, oggi in studio e sperimentazione. Più moderno, oggetto da vari anni di grande attenzione, è il settore che si può globalmente indicare come « gestione ottima delle reti e delle utenze »: alcune memorie gli sono dedicate, ed indicano anche il considerevole apporto del C.R.A.

Sempre restando nel campo dei centri di studio applicativo dei C.A. per l'esercizio, vanno citate le attività del Gruppo STET per le telecomunicazioni, quelle delle Ferrovie dello Stato, delle Autostrade, delle Aziende di navigazione aerea e marittima, dell'Amministrazione postale, delle distribuzioni e dei trasporti urbani. Come ricordare Servizi e Uffici senza da un lato annoiare con lunghi elenchi, dall'altro peccare per dimenticanze e per imperfette citazioni? Alcune delle memorie giunte per questa Riunione annuale portano l'attenzione su settori ai quali un'automazione ben studiata e realizzata può dare, e in effetti dà, fondamentali contributi di efficienza e di sicurezza.

Tutte le Ditte e gli Uffici che si occupano di informatica e di trattamento dei dati forniscono supporto e promuovono attività originali che rientrano nell'Automazione: questo fatto è già stato menzionato e viene qui richiamato con particolare riferimento ai problemi di esercizio e di gestione razionale ed ottimizzata. Oltre che impossibile ricordare anche solo le principali Aziende, è forse anche giusto non farlo in questa sede, perchè quelle attività sono sostanzialmente Informatica, e quindi per la automazione sono validissimo supporto, ma non individuazione di filosofie di controllo e promozione

di applicazioni nell'esercizio degli impianti. Viene qui data una sola citazione significativa tratta dalle Aziende presentatrici di memorie a questa Riunione: la già ricordata Soc. Data Control ha iniziato nel 1962 il suo lavoro orientato al telecontrollo nella industria elettrica, sviluppando poi sia apparati per particolari rilevamenti, sia sistemi di automazione e controllo per centrali ed impianti industriali; dal 1970 è divenuta divisione di Azienda straniera operante a livello mondiale.

Infine, una parola a difesa del relatore generale: non è veramente possibile che un rapido sguardo, come quello ora rivolto ad alcune Industrie e ad alcune applicazioni, riveli pienamente gli orientamenti e le possibilità italiane: il relatore si scusa quindi per omissioni e superficialità, ma è tuttavia convinto che questo sia pur pallido quadro aiuti a caratterizzare la notevolissima spinta italiana, che è stata ed è vivacemente e solidamente sostenuta dall'Industria e dall'Esercizio, e aiuti anche a introdurre i lavori di questo convegno.

C - L'automazione nella vita del paese.

Avendo presentato alcune considerazioni generali ed altre sullo stato delle realizzazioni italiane, si ritiene che possa interessare e che meriti soffermarsi brevemente sull'importanza e sull'utilità di un'automazione razionale e progredita inserita nel tessuto tecnico-industriale del Paese. L'automazione è oggi universalmente citata come indice di progresso e di modernizzazione; non vi è settore produttivo o di esercizio, pubblico o privato, di cui non si dica « è altamente automatizzato » con l'intenzione di farne un elogio di fronte al pubblico. È segno che sono ormai cadute quelle prevenzioni, si sono dissipati quei dubbi, sono state vinte quelle paure, che per molti anni si manifestavano, talora con ostentazione e compiacimento, quando si parlava di procedere ad utilizzare dei C.A. Gli scetticismi vengono ormai, in generale, espressi con prudenza, e a ben esaminare il comportamento dei residui oppositori di principio, si scopre che all'atto pratico essi non soltanto accettano, ma esigono sistemi di tipo automatico: protestano per le comunicazioni telefoniche internazionali non ancora in teleselezione, affidano volentieri la loro vita ai servocomandi dei mezzi di trasporto su strada, nel mare, nell'aria, criticano i sistemi di più ascensori quando la chiamata non è unica, ma occorre inseguire l'una o l'altra cabina, comprendono assai bene che nelle nebbie della pianura Padana si corre in treno a 140 km/ora solo grazie alla ripetizione automatica in vettura dei segnali di linea, con arresto automatico se la via è impedita, ecc. ecc. In tutti i settori della produzione e dell'esercizio si presentano ogni giorno in maggiore evidenza i risultati conseguibili automatizzando. Così, l'automazione (purchè razionale e facente uso delle tecniche e tecnologie più moderne) è ormai penetrata ovunque, e ovunque è almeno iniziata, se non già pervenuta a fase avanzata, quella modifica dei procedimenti di lavoro della quale si è prima detto.

Aspetti economicamente e socialmente assai importanti caratterizzano la razionale e progredita automazione:

1°) mutamento nella richiesta di mano d'opera: è questo un aspetto grandemente considerato e discusso in passato, con largo spazio dedicato a timori di disoccupazione; sembra oggi, finalmente, riconosciuta valida la tesi secondo cui la mano d'opera disponibile per l'esecuzione ripetuta e monotona di operazioni elementari è sempre più scarsa, mentre le scuole sfornano percentuali crescenti di giovani dotati di qualifica tecnico-professionale di diverso livello e specialità: giovani purtroppo non sempre ben preparati, ma sicuramente orientati a ridurre al minimo le operazioni di pura esecuzione ripetitiva, con incremento della supervisione e del controllo automatico, e desiderosi di studiare, costruire, provare gli apparati automatici, i robot, gli impianti relativi.

2°) Approfondimento nelle conoscenze relative ai macchinari ed ai processi controllati: la conoscenza delle leggi funzionali, e specialmente di quelle del comportamento durante le fasi transitorie, non era, in molti casi, neppure tentata; è stata invece richiesta, almeno in via approssimativa, come elemento preliminare per il C.A.

3°) Aumento delle attività e delle realizzazioni interdisciplinari, che richiedono, sia nella fase di ricerca, sia in quella di progetto, di realizzazione e di applicazione, la convergenza di competenze acquisite in differenti settori, e quindi fra diversi gruppi o reparti, o fra diverse Aziende. Si può addirittura affermare che se la macchina o l'impianto sono automatizzati, non è quasi più possibile che un'unica azienda proceda unicamente con le proprie forze al loro studio ed alla loro realizzazione. Travasi di principi e di metodologie sono avvenuti e sono vivamente richiesti con grandi vantaggi di progresso generale: basta ricordare i felici risultati (addirittura impensabili in certi casi) derivanti dai collegamenti tra la meccanica e l'elettronica, tra il macchinario elettrico e i calcolatori, fra i trasporti e le logiche; essi hanno tutti per movente la necessità di raggiungere risultati ottimizzati, cioè la automazione.

4°) Maggiore attenzione ai requisiti dell'affidabilità e della sicurezza: l'adozione di tecniche automatiche ha portato a pensare di più e meglio ai problemi della continuità e regolarità di servizio dei macchinari o processi controllati, con vantaggi assai profondi (forse neppure chiaramente valutabili ad un primo esame) per la sicurezza della vita e del lavoro umano.

5°) Radicale mutamento nell'impostazione del lavoro umano: il controllo in luogo dell'esecuzione comporta un esercizio di critica e di logica sempre più approfondito, che ben si armonizza non solo con la crescente preparazione tecnico-professionale già rilevata nel punto 1°, ma anche con la generale ripresa di considerazione dei principi economici di massima redditività e minimi consumi, sia nella gestione pubblica, sia nella gestione privata. Questo modo più avanzato (e in costante avanzamento) di concepire e condurre macchine ed impianti è l'unico che permetta di avere industrie e servizi efficienti, e là dove il procedimento logico-automatico non viene applicato interviene l'obsolescenza e presto o tardi diviene impossibile la sopravvivenza. Naturalmente, una tale automazione profonda richiede il riesame dalla base delle leggi di funzionamento, delle strutture, delle organizzazioni; perciò può essere attuata soltanto da parte di forze attive, intelligenti, entusiaste, solidamente preparate. Ma fortunatamente, superato un triste periodo di confusioni, l'opinione pubblica sembra aver ripreso a chiedere alle scuole ed alle università di formare diplomati e laureati selezionati e preparati, che possano non essere solo candidati a lunghe code per una magra e precaria retribuzione da assistenza pubblica.

In base a ciò che si è cercato di illustrare, la situazione del C.A. applicato in Italia può essere oggi giudicata con un certo ottimismo.

Lo sviluppo delle attività industriali orientate all'automazione, e la continua comparsa di nuove iniziative, garantiscono che oggi, in Italia, i principi del C.A. passano progressivamente dalle fasi della ricerca alle fasi applicative. In questi ultimi tempi sta aumentando il coinvolgimento di ricercatori e docenti in problemi concreti, e questa è una eccellente tendenza: si confrontino le situazioni delle Università nei Paesi industrialmente più avanzati, caratterizzate tutte da collegamenti molto stretti con i settori produttivi ed operativi. In questi ultimi anni, e particolarmente nel decennio tra la Riunione di Rimini e l'attuale, si è andato estendendo in modo esplosivo l'uso dei mezzi di calcolo automatico, che è strumento di base assolutamente essenziale — come già rilevato — anche per l'automazione industriale e dei differenti settori dell'esercizio. L'esportazione di automatismi e di macchinari ed impianti automatizzati è in fase di crescita.

La larga presenza di giovani, presentatori di relazioni o solo partecipanti ai lavori, fornisce a questo ottimismo un supporto solido e sicuro. Gradevole immagine di questo promettente sviluppo è anche l'attribuzione di due premi a giovani laureati, che verrà fatta durante i lavori.

Le riunioni annuali dell'AEI, iniziate alla fine del secolo passato e ininterrottamente continuate, salvo una breve parentesi di guerra, per cui la presente è l'80ª, hanno sempre costituito occasione di incontro attivo, di conoscenza reciproca e di scambio di informazioni fra partecipanti competenti e aggiornati: si può esprimere la convinzione che questa Riunione, con l'apporto moderno e vivace dell'ANIPLA, non sarà da meno, e lascerà quindi una traccia concreta ed utile per i prossimi anni del nostro lavoro.

Anche la sede di questa Riunione annuale ben si accorda con il suo tema, perchè l'apporto ligure all'automazione è stato ed è attualmente molto forte e altamente apprezzato in tutto il mondo.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA ITALIANA

(AEI)

RENDICONTI DELLE RIUNIONI ANNUALI

Prima Serie (Estratti dalla Rivista « L'Elettrotecnica »):

1922 - *Milano*: *Produzione e distribuzione dell'energia elettrica.*
1932 - Venezia: Applicazioni dell'energia elettrica. L. 10 000.
1924 - *La Spezia*: *La illuminazione elettrica e la inerente distribuzione di energia.*
1925 - *Napoli*: A) *La conversione dell'energia elettrica.* B) *La prevenzione contro le sovracorrenti.*
1926 - *Brescia*: *Mezzi per assicurare la continuità d'esercizio.*
1927 - *Como*: A) *Comunicazioni elettriche.* B) *Isolamento delle grandi linee.*

Nuova Serie (non pubblicati sulla Rivista « L'Elettrotecnica »):

1928 - *Genova*: *La trazione elettrica ferroviaria e tramviaria e la propulsione elettrica navale.*
1929 - Pescara-Francavilla: *A*) Elettroagricoltura. *B*) Elettrotermica. *C*) Eettrochimica. L. 10 000.
1930 - *Trieste*: *Produzione termica dell'energia elettrica.*
1931 - *Perugia*: *Le sottostazioni di trasformazione dell'energia elettrica.*
1932 - Firenze: *A*) Correnti ioniche ed elettroniche, nuove applicazioni industriali. *B*) Applicazioni elettroagricole. L. 10 000.
1933 - Sorrento: Materiali impiegati nelle costruzioni ed applicazioni elettriche. L. 10 000.
1934 - Gardone R.: Perturbazioni nel funzionamento degli impianti elettrici. L. 10 000.
1935 - S. Margherita Ligure: Misure. L. 10 000.
1936 - Roma: *A*) Centrali idroelettriche. *B*) Comunicazioni elettriche (Radioricezioni e comunicazioni su filo). L. 10 000.
1937 - Bari: *A*) Linee e condutture. *B*) Tubi elettronici. L. 10 000.
1938 - Torino: *A*) Illuminazione ed applicazioni domestiche. *B*) Elettroacustica. L. 10 000.
1940 - *Bologna*: A) *Trazione elettrica.* B) *Radiotrasmettitori.*
1941 - Venezia: Elettrochimica ed elettrometallurgia. L. 10 000.
1942 - *Firenze*: *Elettrotecnica ed autarchia.*
1946 - Milano: *A*) Distruzione e ricostruzione degli impianti elettrici. *B*) Comunicazioni. *C*) Unificazione delle frequenze e delle tensioni. L. 10 000.
1947 - Torino: Produzione dell'energia elettrica. L. 10 000.
1948 - Genova: *A*) Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. *B*) Applicazioni industriali delle radiofrequenze. *C*) Comunicazioni elettriche a grandi distanze. L. 10 000.
1949 - Napoli: *A*) Trasformazione e conversione dell'energia elettrica. *B*) Ponti radio. *C*) Problemi delle reti telefoniche urbane. L. 10 000.
1950 - *Bologna*: *Misure.*
1951 - Firenze: *A*) Trazione. *B*) Elettrochimica ed Elettrometallurgia. L. 10 000.
1952 - *Perugia*: *Perturbazioni.*
1953 - Taormina: *A*) Centrali termoelettriche. *B*) Televisione. L. 10 000.
1954 - Bellagio: Materiali. L. 10 000.
1955 - *Genova*: *Impianti ausiliari elettrici*: A) *di Bordo*, B) *di Terraferma.*
1956 - *Trieste*: *Regolazione automatica e servomeccanismi.*
1957 - *Roma*: *Macchine elettriche ed apparati elettronici di potenza.*
1958 - Bari: Continuità di esercizio. L. 10 000.
1959 - Venezia: Energia nucleare - Componenti elettronici. L. 15 000.
1960 - *Ancona*: *Trasmissione dell'energia e Trasmissione dell'informazione.*
1961 - *Torino*: *L'Elettrotecnica nell'industria meccanica e siderurgica. - Sistemi elettronici di calcolo e di controllo.*
1962 - *Ischia*: *Misure.*
1963 - *Stresa*: *Semiconduttori.*
1964 - Palermo: Dielettrici e isolamento. L. 15 000.
1965 - Montecatini: Elettrotecnica ed Elettronica nei trasporti terrestri. L. 15 000.
1966 - *Alghero*: *La trasmissione dell'energia elettrica ad altissima tensione - Calcolatori elettronici.*
1967 - San Remo: Macchine Elettriche rotanti - Comunicazioni intercontinentali. L. 15 000.
1968 - *Trieste*: A) *Distribuzione dell'Energia.* B) *Comunicazioni continentali a media e breve distanza (fino a 2 500 km).*
1969 - Rimini: Controlli automatici. L. 25 000.
1970 - *Reggio Calabria-Milano*: A) *Conversione dell'energia elettrica da alternata in continua e viceversa.* B) *Componenti elettronici.*
1971 - Venezia Lido: Misure. L. 25 000.
1972 - Torino: Affidabilità e manutenzione degli impianti elettrici e di telecomunicazione. L. 25 000.
1973 - Bari-Milano: *A*) Applicazioni elettrodomestiche. *B*) Elettronica degli azionamenti. L. 25 000.
1974 - *Roma*: A) *Regolazione e controllo dei sistemi di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia.* B) *Fotoelettronica.*
1975 - *Bari*: A) *Generazione di energia mediante centrali nucleari.* B) *Sensori e trasduttori.*
1976 - Sorrento: Elettrotecnica ed elettronica nei trasporti terrestri. L. 30 000.
1977 - Como: Materiali per usi elettrotecnici ed elettronici. L. 35 000.
1978 - Catanzaro: A) L'energia elettrica dalle fonti primarie alla utilizzazione. Economia e risparmio energetico. B) Telecomunicazioni con mezzi mobili. L. 48 000.
1979 - S. Margherita L.: Automazione. L. 70 000.

N.B. - I titoli in corsivo si riferiscono a volumi esauriti.

Per l'acquisto rivolgersi all'Ufficio Centrale dell'AEI - 259 Viale Monza, 20126 Milano.

L'affidabilità pratica degli apparati elettronici: una introduzione panoramica(*)

G. U. Mattana (**)

Viene definito il concetto di "Affidabilità pratica" accanto al concetto di A. come disciplina e al concetto di A. come proprietà degli oggetti. Il lavoro procede quindi con una panoramica dei temi dell'A. pratica sottolineando i problemi aperti più attuali nell'area degli apparati elettronici.

Tra questi ci si sofferma su: costi e benefici; nuovi problemi connessi alla costruzione dell'A. nel progetto; aspetti connessi alle sollecitazioni esterne; i programmi e l'organizzazione per l'Affidabilità; la crescita dell'Affidabilità; le nuove complesse problematiche dei componenti; le previsioni di A. ed il confronto con le misure; la normativa per l'A.

Si cerca infine di individuare, utilizzando anche il materiale di alcune inchieste, quali siano i problemi attuali più importanti e/o urgenti.

1. - Concetto di affidabilità pratica.

1.1. - *Premessa.*

Un manuale di dieci anni fa della NASA sotto il titolo «PRACTICAL RELIABILITY» [1] organizzava il seguente materiale: analisi della variazione dei parametri; calcoli (con ausilio di calcolatori); prove; previsioni; parti. Significativi almeno due fattori:

a) si trattava di materiale didattico per fornire strumenti (modelli)

b) era svincolato dalla particolare tecnologia.

L'affidabilità pratica era cioè intesa quasi come divulgazione degli strumenti teorici, mettendo l'accento sulla teoria e solo in seconda priorità sulla pratica. Questa scelta implicava quasi una operazione di *deduzione* della realtà dai metodi. L'esperienza quotidiana in questo campo ci insegna però che — pur essendo essenziali i metodi (« che cosa ne sarebbe del mondo senza i metodi? » scriveva Nietzsche) — la realtà è sempre mobile e ricca e non riconducibile « in toto » ai metodi e ai modelli conosciuti. Ci proponiano allora di porre l'attenzione sulla affidabilità come *proprietà degli oggetti;* essendo questa una proprietà cumulativa di tutto il processo produttivo, per ottenerla vediamo accomunati aspetti teorici, empirici, organizzativi; occorre quindi innanzitutto individuare e trattare una serie di temi — che si incontrano tutti i giorni — per i quali le teorie ed i modelli esistenti non danno aiuto sufficiente, o per lo meno criteri di scelta tra i molti approcci possibili; si cerca poi di verificare quale grado di consenso esista sul modo di affrontare alcuni problemi pratici, pur dando per scontato che in questo campo non possa esserci una unanimità di opinioni. Il punto di vista prescelto è in un certo qual modo affine a quello che spinse in USA, tre anni fa, alti rappresentanti delle tre armi, ad organizzare una serie di incontri per studiare le ragioni dell'aumento inatteso dei costi di manutenzione (1/3 della parte elettronica del bilancio USA della difesa) a causa di affidabilità minori di quelle previste e/o negoziate e di entità tale da dover ridurre il volume delle nuove acquisizioni; in quell'occasione venne individuata una serie di cause (soprattutto carenze del management, documentazione inadeguata, procedure di prova non realistiche, cattiva pratica di progetto, ed uso inadeguato delle tecniche analitiche). Più in dettaglio furono precisate ben 150 voci specifiche che avrebbero meritato un miglioramento nelle tecniche specifiche, nell'uso di tali tecniche, etc.

1.2. - L'affidabilità come disciplina.

Per affidabilità si intende oggi una *disciplina* — di validità generale — che ha per scopo quello di *descrivere, prevedere* e *dominare* il COMPORTAMENTO degli oggetti NEL TEMPO. Come disciplina comprende un insieme di teorie matematiche e di modelli, di descrizioni di comportamenti fisici, di metodi tecnico-organizzativi, etc.

1.3. - L'affidabilità come proprietà degli oggetti.

— La *definizione* standardizzata recita: L'affidabilità è l'attitudine di un oggetto ad adempiere alla funzione richiesta, sotto determinate sollecita-

(*) Relazione introduttiva agli atti della Giornata di studio su: « L'affidabilità pratica degli apparati elettronici », organizzata dal Gruppo di Microelettronica dell'AEI e dal Comitato Affidabilità dell'AICQ (Milano, 10 aprile 1979).

(**) Dott. G. V. Mattana della Telettra S.p.A.

zioni, per uno stabilito periodo di tempo. Tale attitudine è misurata, in termini quantitativi, attraverso varie « caratteristiche » di affidabilità (ad es. il tempo medio tra guasti, il tasso di guasto, etc., v. Norme CEI, S. 497).

— L'affidabilità come proprietà, misurabile secondo definite procedure, è il risultato di:
  — un uso appropriato delle tecniche
  — una organizzazione adeguata

Ciò perchè l'affidabilità degli oggetti è una caratteristica *cumulativa* di tutto il processo costruttivo e dipende quindi da numerosissimi fattori presenti in tutte le *fasi* di realizzazione del prodotto (progetto, industrializzazione, produzione, collaudo, etc.). Il *controllo* di tali fattori (materiali, progetto, cicli di lavoro, prelievi, analisi difetti, valutazioni ed azioni sul prodotto finito), assume quindi una importanza determinante. Ma ciò comporta:

— una organizzazione finalizzata all'affidabilità presente lungo tutto l'arco di realizzazione del prodotto, supportata da un efficiente *sistema informativo per l'affidabilità.*
— un processo di retroazione (tecnico ed organizzativo) per attuare tempestivamente le azioni migliorative.
— l'attuazione di azioni speciali sul prodotto finito per filtrare quanto può essere sfuggito (e non si tratta in genere di azioni semplici: occorre misurare una idoneità futura o un grado di robustezza attuale).

1.4. - L'AFFIDABILITÀ PRATICA

(come risposta alle spinte per una affidabilità migliore e meglio garantita).

L'affidabilità pratica può essere definita come lo uso appropriato e ponderato delle « tecniche di affidabilità » per ottenere l'affidabilità come proprietà degli oggetti ai livelli voluti.

Può essere descritta (tab. 1) come l'operare attivo lungo quattro filoni: azione, campo, tecniche, esperienza.

A differenza dei metodi che si arricchiscono ma si conservano, l'affidabiiltà pratica è quindi qualcosa che si trasforma tutti i giorni, nel peso dei fattori e nella scelta dei metodi e che in definitiva si misura concretamente attraverso l'esame del comportamento del prodotto (reale o simulato).

In un certo senso l'affidabilità pratica appare meno consolidata e progredita dell'affidabilità come disciplina. Anzi si osserva talvolta una frattura tra l'una e l'altra.

2. - TEMI DELLA AFFIDABILITÀ PRATICA.

Elenchiamo una serie di temi che a nostro parere rientrano nella definizione di affidabilità pratica. Data la vastità del campo, si tratterà di brevi «flash» con sottolineatura degli aspetti ritenuti più rilevanti e/o attuali.

2.1. - *Costi e benefici dell'affidabilità: per chi?*

Per chi compera se riesce poi a risparmiare; per chi produce se riesce ad ottenere benefici (di immagine, altri); ma spingere questa tematica più a fondo in modo più rigoroso comporta sempre di *definire* gli obiettivi in forma misurabile e quindi di stipulare in qualche modo un accordo (interno all'Azienda o concordato col Cliente). I requisiti essenziali sono a questo punto i *metodi* ed i *costi.* Le tecniche LCC - Life Cycle Costs (Costi nell'intero ciclo di vita del prodotto) consentono oggi di risolvere quello che precedentemente sembrava un conflitto in un *interesse comune*: i vantaggi sull'intera vita utile diventano compatibili con i vantaggi di *ciascuna* delle due parti coinvolte: ma ciò non esime dal conoscere bene la relazione affidabilità/costo in ogni fase. A questo punto si assiste spesso alla tipica partita di « ping pong »: « dimmi quanto beneficio hai sui costi totali » « dimmi cosa costa costruire apparati più affidabili ».

E' un tema tuttora vivo che ha visto, nell'ultimo periodo, dei contributi più approfonditi su entrambi i fronti. In linea indicativa si può dire da un lato che i vantaggi globali possono essere giganteschi [2] e dall'altro che sono aumentate oltre all'attenzione sugli *investimenti per l'affidabilità* anche le — non semplici — ricerche per definire il rapporto *affidabilità/costo* degli apparati.

Abbiamo accennato ai contratti: un insieme di temi, non certo marginale, è quello costituito dalle modalità di formulazione delle causole contrattuali, dai tipi di verifiche possibili (sulla cartografia, in laboratorio, in campo) dagli incentivi e/o dalle penali connesse alle clausole di garanzia sul miglioramento dell'affidabilità (« RIW » — reliability improvement warranties). E' comunque opinione ab-

TAB. 1. — *L'affidabilità pratica ed i suoi filoni.*

AZIONE	CAMPO	TECNICHE	ESPERIENZA
Obiettivi Programma Alternative Attuazione Verifica Correzione	Ambiente (clienti, fornitori, ecc.) Tecnologia	di calcolo (modelli, ecc.) di verifica di ingegneria	Dati Pesi e priorità Verifiche precedenti (riscontri)

bastanza largamente condivisa che il contratto — se formulato con competenza e abilità — è uno dei mezzi più potenti per migliorare l'affidabilità dei prodotti [3].

2.2. - *La costruzione dell'affidabilità nel progetto.*

E' ritenuta forse l'area più importante e critica per l'affidabilità del prodotto. Molti ritengono ancora che gli errori di progetto siano la causa più importante dei guasti; altri ritengono buon risultato quello in cui i guasti attribuibili al progetto eguaglino quelli di tutte le altre cause.

Si tratta anche dell'area più consolidata nei suoi modelli, nei suoi concetti e nei suoi metodi, sia quelli generali sia quelli legati alle singole tecnologie. Può essere sufficiente elencare dei titoli:

— ripartire l'obiettivo globale di affidabilità (e manutenibilità e disponibilità) tra i vari sottosistemi, attribuire ad ognuno specifici obiettivi e quindi definire il tipo di ridondanza, il suo grado e le relative allocazioni (è infatti assai diverso il caso in cui è possibile ottenere per l'insieme una affidabilità maggiore di quella delle parti, dal caso in cui si può agire solo su queste ultime perchè la configurazione è rigidamente fissata dal contratto o dalla normativa);
— scelta dei componenti e del loro impiego, ottimizzando l'affidabilità;
— scelta delle tecnologie;
— previsioni di affidabilità;
— semplificazione del progetto, analisi delle degradazioni, analisi dei comportamenti marginali, analisi delle sollecitazioni ambientali, progetto termico, analisi delle conseguenze dei guasti, analisi della propagazione dei guasti;
— revisione critica del progetto e dalla cartografia;
— prove speciali su parti critiche, eventuali prove di dimostrazione dell'affidabiiltà in laboratorio o in impianti sperimentali.

Anche qui tuttavia non mancano significative aree di aspetti empirici e/o evolutivi, non sufficientemente coperte dai modelli consolidati [4].

Basterà accennare a temi quali:

— definizione degli obiettivi di affidabilità, e valutazione della probabilità di raggiungimento;
— la manutenibilità in tutti i suoi aspetti: dalla predisposizione alla diagnostica fino alla facilità o meno di eseguire le riparazioni, al programma delle scorte, all'addestramento degli operatori; il tutto a sua volta legato al tema successivo;
— scelta ottimale del livello di compattazione e miniaturizzazione dei circuiti, e quindi delle tecnologie; tema legato all'obiettivo sempre più difficile di ottenere progetti immuni da quella degradazione dell'affidabilità che avviene nelle fasi di produzione e d'uso;
— necessità di una maggior integrazione il più a monte possibile di tutte le esperienze aziendali in modo da ottimizzare anche l'affidabilità al livello voluto (diventa sempre più lungo e difficile modificare e correggere!);
— il software e tutte le sue problematiche di progetto, controllo e manutenzione (è oggi realistico approntare specifiche di affidabilità per questo argomento?)
— quale politica usare per i componenti nuovi che non hanno dietro una attendibile storia? e quali procedure adottare? e come prevedere l'obsolescenza (e le sue implicazioni) di alcuni dei componenti usati (che possono essere sul mercato per un tempo minore a quello dell'apparato!);
— come migliorare l'efficienza e la significatività delle prove di affidabilità?

2.3. - *Problemi connessi alle sollecitazioni esterne.*

Emergono almeno quattro aspetti di rilievo connessi con altrettante problematiche:

a) Il problema delle *sollecitazioni limite.* Il problema cioè di quelle sollecitazioni (elettriche, climatiche, meccaniche, etc.) che provocano, anche se applicate per breve tempo, dei guasti irreversibili. Le sovratensioni, per esempio, rappresentano uno stress estremamente pericoloso, con difficoltà di precisa determinazione nei capitolati e soprattutto difficoltà — *post mortem* — a correlare un guasto con il limite di capitolato.

b) Il problema delle *sollecitazioni medie.* Se si accetta l'ipotesi — molto verosimile in numerosi casi — di un danno cumulativo prodotto dalle sollecitazioni applicate — emerge l'importanza dell'assegnare un valore medio (o meglio ancora un valore ponderato) alle effettive sollecitazioni. Più lunga è la « vita utile » degli apparati e più è rilevante questo problema. Spesso è la temperatura che viene assunta come parametro dominante.

c) Il problema della *combinazione non lineare* di più sollecitazioni (caldo con umido; freddo con vibrazioni; fattori corrosivi con umidità etc.).

d) *Correlazione* tra *prove* in condiizoni di *laboratorio* (cioè note e riproducibili) e *condizioni effettive* di funzionamento *in esercizio.* Le prime trovano il loro naturale supporto nel collaudato corpo delle raccomandazioni IEC 68, le seconde sono oggetto di faticose proposte di classificazione basate anche su massicce rilevazioni statistiche (ad es. meteorologiche, inclusive delle distribuzioni delle durate).

Questi due ultimi temi, tradizionalmente affrontati con una combinazione di esperienza empirica e sensibilità ingegneristica, sono ora oggetto di tentativi un po' più raffinati, basati su proposte di norma-

lizzazione di vari cicli di vita, ottenuti frammentando opportunamente le varie sollecitazioni e dando a ciascuna un peso appropriato. (L'IEC ha in corso proposte di normative ispirate a questi concetti).

2.4. - *La degradazione dell'affidabilità potenziale del progetto, nelle fasi di produzione e d'uso.*

Molti competenti ritengono che, con la complessità dello stato dell'arte attuale, almeno la metà dei guasti riscontrati in esercizio siano attribuibili a cause di produzione [3]. Qualcuno ritiene addirittura che l'affidabilità potenziale del progetto possa esserne degradata del 90%. Come minimizzare questa componente? Occorre sottolineare che la idoneità ad evitare degradazioni in produzione dipende molto dal progetto. Elementi indispensabili per ottenere questo obiettivo sono:

— l'idoneità del progetto ad essere ispezionato (dal punto di vista tecnologico)

— la razionalità delle operazioni di montaggio e della sequenza dei collaudi

— la buona manutenibilità.

Alla base di questi requisiti c'è la convinzione che un prodotto sarà tanto più vicino agli obiettivi attesi quanto meno abbisognerà di rilavorazioni e manipolazioni, quanto meglio potrà essere controllato, quanto meno sarà rilavorato (nei limiti in cui sarà indispensabile farlo).

2.5. - *I programmi di affidabilità e l'organizzazione per l'affidabilità.*

La parola « programma » è frequentemente usata con due significati, tra loro abbastanza diversi.

Il primo significato è quello di *programmi imposti o negoziati col Cliente* a fronte di fini fissati dal Cliente e/o a fronte di garanzie organizzative che il Cliente pretende (nel senso che ne impone l'attuazione, ne richiede la descrizione, e di cui si riserva la verifica). Il capostipite di questo approccio è la ben nota MIL-Std-785. Si tratta nella gran parte dei casi di Clienti militari; i costi di tali programmi sono poco conosciuti e spesso sottostimati [4].

Naturalmente si tratta di requisiti in una data misura obbligatori, ma sui quali è assai difficile applicare una analisi costi/benefici (dipendono sempre da quel fattore moltiplicativo — ignoto — che è l'efficienza aziendale). Un tema di viva attualità è il collegamento con i requisiti analoghi di « *Quality Assurance* » (una sorta di assicurazione della qualità): l'uno include l'altro o viceversa? Non è certo univocamente condivisa l'opinione che l'una (l'A.) riguardi soprattutto il progetto e l'altra (la *Q.A.*) soprattutto la produzione. Oppure si tratta di due momenti (non ancora ben distinti) di quel concetto generale di « *overall ability* » (per il quale si sta cercando un nuovo nome ufficiale di battesimo) che comprende le prestazioni, la permanenza delle prestazioni nel tempo, la permanenza delle prestazioni nelle diverse condizioni, il costo delle prestazioni, il ripristino delle prestazioni, l'idoneità agli operatori, etc?

Il secondo significato della parola « programma » è quello legato invece ad una *scelta interna aziendale,* a fronte dei propri fini. E' quindi legato alla organizzazione interna specifica per l'affidabilità e questa naturalmente connessa alla specifica organizzazione aziendale. Se infatti nel « *mare magnum* » delle teorie sull'organizzazione privilegiamo le impostazioni ispirate alla teoria dei sistemi e al suo interno ricerchiamo le specificità dell'area che qui ci interessa, ci soffermeremo *in primis* sul carattere complementare della qualità/affidabilità: complementare agli specifici punti di forza e debolezza di ogni realtà aziendale. Ciò si traduce non solo in priorità di aree di interventi ma anche in peso degli interventi; e si potrà forse istituire una serie di valutazioni costo/beneficio, almeno in termini relativi, come guida per l'azione.

Da questa impostazione generale, con l'ausilio di quei fondamentali strumenti che restano i sottosistemi:

a) delle informazioni (di Q. e A.); *b*) delle azioni correttive; *c*) delle tecniche di Q. e A., sarà possibile, in uno schema matriciale, cercare le strutture e le funzioni più idonee per affrontare i tre momenti della pianificazione, della costruzione e della assicurazione. Il tutto visto naturalmente in chiave dinamica ed ispirato a modelli di sistemi con retroazione.

Quali strumenti specifici privilegiare quindi — perchè più efficaci/efficienti — in un programma *interno* di affidabilità, nelle fasi di avamprogetto, progetto, pre-serie, produzione, installazione?

Dalla letteratura si rileva che a questo quesito si riferiscono il maggior numero (oltre il 35%) dei lavori, e ciò da vent'anni a questa parte! [5]. Da segnalare anche, all'interno di tale tematica, il problema delle relazioni tra organizzazioni per la qualità e organizzazioni per l'affidabilità.

2.6. - *La crescita dell'affidabilità: quella programmata e quella fisiologica. L'ipotesi del tasso di guasto costante.*

Le accanite discussioni sulla validità dell'ipotesi di tasso di guasto costante vengono di fatto superate — almeno per tutta una serie di esigenze — da quanto emerge dalle rilevazioni su produzioni continue. Queste — in presenza di un'organizzazione ad hoc per migliorare e correggere — finiscono per essere rappresentate meglio da un andamento quale quello di fig. 1.

Si affacciano alcuni importanti quesiti:

— Quanto dura il periodo di « mortalità infantile »? da che cosa dipende (fig. 2) e come è accorciabile?

— Di quale ordine di grandezza può essere l'entità del miglioramento da un periodo di produzione al successivo? L'esperienza ci dice che in certi casi tale miglioramento può essere molto rilevante.

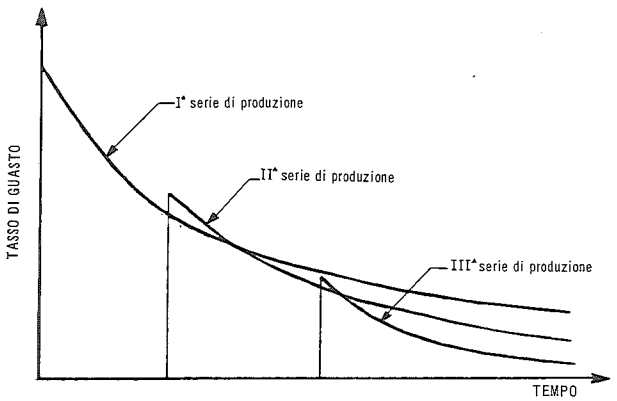


Fig. 1. — *L'Apprendimento nell'Affidabilità.* Miglioramento dell'Affidabilità sullo stesso tipo di apparati, prodotti in tempi successivi in presenza di un programma di azioni correttive. Per serie si può intendere la produzione di uno o due semestri.

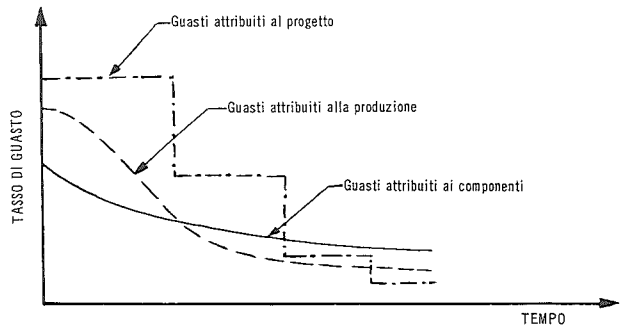


Fig. 2. — Andamento del tasso di guasto nel primo periodo di vita ripartito nelle diverse causali (da [10] con modifiche). Il ruolo dell'apprendimento, nella teoria e nella pratica dell'A. sta diventando sempre più rilevante.

Per i casi di verifiche fiscali in fabbrica, usate soprattutto da militari per commesse di lotti piccoli e isolati, si è introdotta la tecnica di una *crescita* dell'affidabilità programmata e fiscale.

2.7. - *Componenti di acquisto.*

E' una delle voci più importanti; essa entra in quasi tutte le fasi di un programma di affidabilità: dai calcoli di previsione ai criteri di impiego, dai criteri di unificazione alle parti di scorta, dalla omologazione iniziale a quella periodica, dalla raccolta delle informazioni all'analisi fisica dei pezzi guasti finalizzata alla ricerca delle cause. Di questo vasto dominio prendiamo qui in considerazione solo due aspetti: la minimizzazione degli scarti in produzione e le problematiche connesse all'evoluzione tecnologica.

Il primo aspetto perchè presenta grosse implicazioni *indirette* sull'affidabilità (oltre che ovviamente sulla produttività aziendale). Infatti con l'aumento dell'integrazione aumentano i parametri da collaudare in ingresso, ed aumenta pertanto sia la difettosità vera che la soglia limite di difettosità. Ma un aumento apparentemente modesto di tale difettosità (per es. dallo 0,4% all'1,5%) può far crescere drasticamente la difettosità in linea. Ne segue che aumentano in modo drammatico le rilavorazioni con l'importante conseguenza di un aumento di difetti latenti e quindi della difettosità differita trasferita in affidabilità.

Il secondo aspetto di rilievo — la velocità dell'evoluzione tecnologica — comporta numerose e complesse implicazioni:

a) la corsa dei costruttori ad arrivare per primi sul mercato porta fatalmente a ridurre i tempi per la valutazione affidabilistica delle nuove tecnologie e delle nuove funzioni. C'è quindi un maggior trasferimento del rischio dal costruttore all'utilizzatore. Il tutto è reso più difficile dagli elevatissimi valori di affidabilità ottenuti sulle tecnologie consolidate e quindi dati per acquisiti anche per le nuove più vantaggiose tecnologie; occorre aggiungere forse una tradizionale sottostima del problema a causa della diffusa convinzione che — di per sè — la maggior integrazione migliori l'affidabilità.

b) Si assiste quindi ad un ideale grosso scambio di *know-how* tra costruttori di componenti e costruttori di apparati: i primi debbono impadronirsi sempre più della « circuiteria » che era patrimonio dei secondi, i secondi debbono impadronirsi della tecnologia dei dispositivi *anche* per poter valutare i rischi connessi alle scelte afferenti all'affidabilità. Non si tratta beninteso di conoscenze esclusivamente teoriche, ma di un complesso di tecniche quali la caratterizzazione tecnologica, l'analisi dei guasti (failure analysis) e la fisica dei meccanismi di guasto, che richiedono anche costose e complesse strumentazioni. Tutto ciò purtroppo è necessario ma non sufficiente per risolvere il problema, per cui, pur incapaci a stimare valori quantitativi di affidabilità per nuove tecnologie e dispositivi (esistono dei modelli a questo scopo ma quanti sono disposti ad accettare i valori « cattivi » che escono da tali modelli?) si tenta di supplire a tale ignoranza cercando comunque di differenziare il prodotto sottoponendolo a diversi insiemi di sollecitazioni (classi di « screening »).

c) Esistono pertanto sul mercato, a parità di funzione elettrica e di contenitore, diverse classi di affidabilità incrementale, ovviamente a diverso costo. Quale la scelta tra diverse classi? Quale quindi il miglior rapporto costi/benefici? E' significativo al riguardo sottolineare che:

— questa scelta è lasciata a chi compera componenti (e non è guidata da chi vende)

— entrambi i termini (costi e benefici) mutano rapidamente, specialmente con l'apprendimento

— le differenze di costo sono assai rilevanti e possono drasticamente mutare l'intero costo dell'apparato: quanto il Cliente di apparati è disposto e preparato a partecipare a questa problematica?

d) La complessità del problema è tale per cui [6]:

— sono stati messi in crisi i metodi teorici di valutazione dell'affidabilità elaborati nel corso di vari anni;

— sono stati messi in seria difficoltà, sotto questo aspetto, i tentativi più nuovi su base internazionale (tipo sistema CECC) per dare soluzione a questo problema;

— si assiste ad un dispendio enorme di singoli tentativi di soluzione con un continuo aumento del livello di rischio;

— per le richieste contrattuali è nel contempo sempre più sentita l'esigenza di disporre di valori realistici per i tassi di guasto, e quindi si è molto operato per organizzare banche di dati [7] e creare tra loro dei collegamenti.

2.8. - *Le previsioni di affidabilità ed il confronto con le misure di affidabilità.*

Le previsioni sono oggi intese soprattutto come un processo iterativo per promuovere azioni di miglioramento del progetto più che per fornire valori assoluti sufficientemente accurati.

Il loro scopo è quindi soprattutto quello di fornire una prima orientativa stima di compatibilità con gli obiettivi (a monte) e, durante il progetto, di stimolare confronti tra configurazioni diverse e di individuare relazioni critiche tra componenti, gruppi e sistemi.

Se sono prioritarie le stime quantitative, sono utilizzabili *diversi metodi* più o meno accurati, oggi confluiti in quelli raccomandati dal MIL-Hdbk-217 B (o da esso derivati cambiando i dati). Vengono usati invece i metodi ispirati a FMEA (« *F*ailure *M*ode *E*ffect and criticality *A*nalysis ») quando è importante evitare certi tipi di guasti o studiare le propagazioni dei guasti all'interno della configurazione del sistema.

Quale *l'accuratezza* dei metodi per previsioni quantitative? In parte ciò ci riporta al tema della precisione dei dati. Sembra azzardato riproporre oggi una stima di alcuni anni fa sulla precisione raggiungibile dalle tecniche di previsione [8]. Ma occorre preliminarmente porre il quesito: previsione rispetto a che cosa? a prove di laboratorio secondo la MIL-Std-781 oppure rispetto a consuntivi in esercizio di lungo periodo? La differenza può essere molto grande ma all'origine c'è un problema comune riconducibile al *ruolo dell'apprendimento.* Abbiamo infatti detto sopra come progetto, componenti, produzione ed organizzazione (cioè i fattori che più influenzano l'affidabilità) siano oggetto di consistenti (ma ignoti nei loro aspetti quantitativi) processi di apprendimento. L'entità e la velocità dell'apprendimento sono rappresentabili da un andamento decrescente (tipo legge di Douane) di cui si ignorano i parametri. Rispetto a quale momento temporale allora « piazzare » le previsioni? Se ci riferiamo alle prove fatte seguendo la MIL-Std-781 si spiegano allora le numerose critiche avanzate sul carattere eccessivamente penalizzante di questa norma (rilevazioni fatte nel periodo di maggior influenza di mortalità infantile); se ci riferiamo a produzioni più o meno continuative per vari anni, come valutare entità e peso del doppio (o multiplo) processo di apprendimento dei componenti della produzione? E quindi quanto può durare l'apprendimento in produzione? E' ragionevole stimare in sei mesi il periodo di mortalità infantile?

Queste limitazioni sarebbero di moderata rilevanza se gli scopi delle previsioni fossero quelli indicati sopra. Ma di fatto le previsioni sono spesso uno strumento contrattuale e come tali sono richieste proprio per valori assoluti più che per confronti. Si osserva poi un preoccupante aumento nella tendenza a legare tali stime a pesanti forme di penali; si osserva anche che in tali richieste non viene mai considerato il fattore apprendimento.

Su questo argomento, specialmente se esteso ai sistemi riparabili, si registra anche un vivace dibattito in corso sui vari modelli teorici: resta però problema di non poco conto quello di valutare quale dei modelli teorici si avvicini di più alle diverse situazioni pratiche; queste riflettono molto le peculiarità delle differenti tecnologie che spesso offrono il vantaggio del ricorso a criteri di analogia.

2.9. - *La normativa per l'affidabilità.*

Nel caso di una normativa « di base » (cioè non ristretta ad un limitato numero di prodotti) possiamo individuare due obiettivi prioritari:

a) *definire dei metodi,* sufficientemente *generali* da coprire vasti campi di applicazione, e sufficientemente *precisi* per l'uso pratico nello scambio di prodotti;

b) *raccomandare* un uso preferenziale dei metodi nelle diverse situazioni. Si tratta di obiettivi essenziali, in quanto ogni metodo, legato a differenti modalità concettuali oltre che pratiche, dà luogo a *differenti* stime e valori di affidabilità.
Occorre naturalmente che questi obiettivi vengano raggiunti garantendo i requisiti di massima *generalità* (ai livelli alti della struttura), massima *flessibilità* (ai livelli bassi, in cui predominano le componenti tecnologiche), massima *coerenza* interna di tutto il sistema (che può essere molto ampio).
La normativa *generale* è costituita essenzialmente da una *biblioteca di metodi e di guide,* mentre le normative *particolari* relative ai prodotti contengono un riferimento al metodo o ai metodi prescelti integrati dai valori specifici ri-

feriti sia alle condizioni dell'esperimento sia agli obiettivi da verificare. La normativa di maggior validità internazionale è quella dell'IEC [9]. Essa si articola nei seguenti filoni principali:

i) lavori sulla terminologia e definizioni (ed associate grandezze matematiche)
ii) lavori per l'affidabilità dei componenti
iii) lavori per le prove di affidabilità sugli apparati
iv) lavori sulla manutenibilità
v) lavori sugli aspetti organizzativi
vi) lavori su metodi specifici

(Per lavori si vogliono intendere qui: norme già emesse, proposte di norme, bozze preparatorie). Possiamo qui solo registrare che si tratta di un importante capitolo, in lento ma inarrestabile arricchimento, nonostante la difficoltà intrinseca.

Senza ricorrere ad esemplificazioni basterà sottolineare che solo attraverso l'emissione di alcune norme è stato possibile generare una prassi corrente che a sua volta ha permesso di raccogliere dati uniformi, base per una successiva migliore revisione della norma stessa. Esempi molto rilevanti sono in ogni caso quello della norma sulla terminologia e quello delle prove di dimostrazione su apparati.

A questa normativa di carattere generale ed internazionale andrebbe poi aggiunto tutto il corpo delle specifiche normative aziendali o di settore, riguardanti quei settori importanti che sono le procedure generali, le procedure specifiche, i metodi, le unificazioni. (Questo spoglio elenco può includere però complessi standard sui linguaggi di programmazione, sulle simbologie, etc.).

2.10. - *Quali problemi più importanti e/o urgenti?*

Non pochi problemi sono stati già citati nei paragrafi precedenti; a questi si può aggiungere che la mancanza di procedure normalizzate a livello internazionale esaspera molte situazioni e di fatto introduce una turbativa tecnica nello scambio dei prodotti. La domanda potrebbe anche apparire ambiziosa, ma si può tentare di rispondere col conforto di indagini effettuate in USA tre anni fa [3, 4], che ci trovano in sostanziale accordo.

Pertanto, rielaborando liberamente i risultati di quelle indagini si può dire che i problemi più rilevanti possono essere così sintetizzati:

a) i requisiti di affidabilità sono spesso non ben definiti oppure troppo stretti; essi sono interpretati in modi essenzialmente diversi e magari connessi a penali di entità sostanzialmente diversa; per la stessa funzione espletata sussistono sostanziali differenze nelle esigenze di affidabilità: tra l'altro per alcuni Clienti l'enfasi è sul servizio (misurato dalla « disponiblità »), per altri sulla manutenzione (misurata da affidabilità più manutenibilità): ciò fa cambiare non solo i parametri con cui esprimere l'affidabilità, ma addirittura può generare requisiti tra loro in conflitto.

b) Scarsa consapevolezza dei Clienti verso i costi dell'affidabiiltà e non frequente disponibilità a pagare questi costi; riluttanza di molte direzioni aziendali ad accollarsi cospicui costi per l'affidabilità se non controbilanciati da incentivi adeguati. Ancora insufficiente conoscenza delle tecniche LCC.

c) Le carenze nella definizione degli obiettivi, nella serietà della loro verifica, nelle implicazioni connesse al loro raggiungimento, generano spesso a loro volta una insufficiente capacità della direzione aziendale a gestire l'aspetto affidabilistico dei prodotti [4].

d) La mancanza di criteri unificati per la raccolta dei dati in esercizio vanifica ogni possibilità di confronti ed è fonte di gravi malintesi (ciò non è limitato ai dati sui valori di affidabilità, ma esteso ai dati sui costi totali, alle esperienze con gli incentivi, etc.).

e) La spinta ad abbreviare i tempi di progetto unita alla complessità dei progetti ed all'evoluzione delle tecnologie genera varie difficoltà: uso di tecnologie non sufficientemente stabilizzate e/o valutate, aumento di energie e risorse per ottenere apparati affidabili, ricerca di metodi di valutazione più rapidi ed efficienti. Beninteso questa spinta è giustificata da ben fondate ragioni, ma non si è ancora trovato un metodo attendibile per la valutazione dei rischi.

f) Esigenza di perfezionamento ed arricchimento dei metodi di analisi e verifica, e necessità di guide per la scelta e l'uso di tali metodi.

Un tema oggi di grande attualità è quello delle setacciature a tutti i livelli (componenti, gruppi, apparati). Quali le ragioni? Certamente:

— la consapevolezza che comunque qualcosa sfugge (per il carattere cumulativo dell'affidabilità); e se gli « n » stadi di lavorazione si trascinano delle potenziali difettosità latenti — y —, occorre uno strumento per recuperare questo complemento a 1, probabilità di successo, secondo la formula $[1 - (y)^n]$;

— la convinzione che questo importante strumento non è ben assestato in termini di procedure, modalità e stima dei costi/benefici; anche la letteratura è piuttosto scarsa [5] e poco concorde, ma con un recente significativo risveglio di interesse;

— la convinzione della validità dell'ipotesi dell'esistenza — verso sollecitazione — di due popolazioni, una più forte e l'altra più debole. Si tratta quindi di individuare delle sollecitazioni capaci di eliminare i deboli senza danneggiare i buoni. Questo difficile dosaggio è sempre influenzato dall'anello più debole e dipende dalla tecnologia.

E' soprattutto questo il tema a cui vennero dedicate alcune memorie nella giornata di studio sull'Affidabilità pratica degli apparati elettronici tenuta alla FAST il 10.4.1979.

Manoscritto pervenuto il 4 giugno 1979.

BIBLIOGRAFIA

[1] *Practical Reliability.* Research Triangle Institute, 1968, NASA CR - 1126, 1127, 1128, 1129, 1130.

[2] DUSHMAN, 1969 *Annual Symposium on Reliablity.*

[3] D.M. KEITH, C.A. CARTY: *A Report on a survey of the specification and attainment of reliability in communications equipment.* 1975 Annual Reliability and Maintainability Symposium.

[4] T.D. HILL, T.A. MUSSON: *Report on Reliability design and Acquisition Management* 1976 Annual Reliability and Maintainability Symposium.

[5] M.B. KLIME et. al.: *An analysis of the evolution of the reliability and maintainability disciplines.* Colloque International, Paris 1978.

[6] *a*) AICQ Gruppo di Affidabilità, AEI Gruppo di Microelettronica; *Atti della « Giornata sulla Affidabilità dei nuovi dispositivi a semiconduttore »* Milano, ottobre 1975.
b) München, Giornata sulla normativa, interventi di A.J. Green, M. Bier e P. Blanquert, Electronika 1978.

[7] G.U. MATTANA: *Il circolo di affidabilità e la banca dati sui componenti elettronici: un bilancio dopo 5 anni di attività.* Atti del X Convegno nazionale AICQ, Torino, ottobre 1978.

[8] W.T. SUMERLIN - Agard - LS - 45 - 71, 1971.

[9] G.U. MATTANA: *Normativa internazionale sull'affidabilità: situazione e linee di tendenza,* Atti del X Convegno nazionale AICQ, Torino, ottobre 1978.

[10] RAC: *Reliabiilty Design Handbook.*

Terrohmetro(°) per la misura della resistenza di terra degli impianti di utilizzazione da una comune presa della rete in tensione. Nuovo metodo basato sul ponte di Wheatstone

Augusto Giustini (*)

Nuovo metodo semplice e preciso per la misura della resistenza di terra degli impianti elettrici negli edifici mediante il solo collegamento del terrohmetro ad una comune presa dell'impianto (senza cioè l'uso di picchetti), basato sul ponte di Wheatstone alimentato in c.c., con idonea attrezzatura che consente la misura anche se presente la c.a. di rete, che anzi esercita utile azione depolarizzante.

1. - Generalità.

La misura della resistenza di terra degli impianti di utilizzazione col metodo volt-amperometrico tradizionale o con gli usuali terrohmetri richiede la installazione di due picchetti ausiliari, lontani alcune decine di metri dal dispersore o dall'insieme dei dispersori locali; ciò presenta quasi sempre notevoli difficoltà pratiche, specie nel caso di impianti elettrici nelle abitazioni, per la impossibilità di reperire spazi di terreno idonei al piazzamento dei picchetti, oltre che per il notevole impiego di tempo.

D'altra parte la grande diffusione di apparecchiature elettriche, specialmente negli ambienti domestici, aumenta la possibilità di contatti elettrici pericolosi per le persone e rende sempre più necessario disporre di una buona « terra » locale e quindi di mezzi idonei per controllarla con frequenza almeno biennale, come prescrivono le norme CEI.

Il metodo di misura della resistenza di terra descritto nel presente articolo si basa sul ponte di Wheatstone alimentato in corrente continua, dotato però di una idonea attrezzatura che consente la misura in corrente continua della resistenza di un circuito anche se in tale circuito è presente la tensione alternata di rete; anzi la presenza della corrente alternata rende più precisa la misura della resistenza di terra per il suo effetto depolarizzante, cioè neutralizzatore della eventuale polarizzazione causata dal passaggio della corrente continua nell'elettrolita presente nel sottosuolo.

Tale attrezzatura si riduce a due condensatori $C1$ e $C2$ posti tra le coppie di vertici opposti (v. fig. 1).

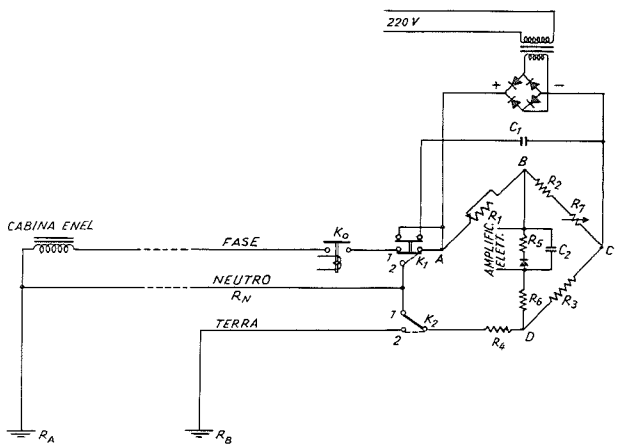


Fig. 1

Scopo principale di questi condensatori è di creare opportuni by-pass per la corrente alternata, in modo tale che la stessa non possa disturbare l'individuazione delle condizioni di equilibrio del ponte sotto l'azione del sistema di tensioni continue.

Inoltre il condensatore $C1$ ha anche lo scopo di creare una via di percorrenza preferenziale della corrente alternata verso terra, utile per la sua azione depolarizzante.

Lo stesso condensatore $C1$ ha infine una azione di livellamento della tensione continua di alimentazione che, dovendo essere alquanto elevata (circa 70 V), è di preferenza derivata dalla stessa rete mediante un raddrizzatore a ponte.

I condensatori sono a film plastico, che permettono elevate capacità con minimo ingombro, ancora compatibile con strumenti portatili.

(°) Lo strumento è stato brevettato in U.S.A. col n. 4.090.127.

(*) Dott. ing. Augusto Giustini dell'INAIL di Roma.

2. - Procedimento di misura.

Esaminiamo nei dettagli l'applicazione del ponte di Wheatstone così attrezzato per la misura della resistenza di terra dell'impianto di protezione della rete elettrica di un edificio usando una qualunque presa dell'impianto interno munita di polo di terra e nella ipotesi che il neutro sia accessibile.

In fig. 1 è indicato lo schema utilizzato; il ponte è alimentato in c.c. ai vertici A e C, mentre sul lato di misura A-D, costituito dal circuito fase-terra, è presente la f.e.m. alternata di rete.

La R_1 è variabile e nota (viene letta per via digitale o mediante manopola centesimale); la R_6 è di valore molto elevato ed ha lo scopo di rendere minima la componente alternata di disturbo sulla diagonale per il rilevatore di zero; ai capi della R_5 viene prelevato il segnale di squilibrio del ponte, segnale che viene poi amplificato elettronicamente.

La resistenza variabile R_7 serve per la taratura preliminare del ponte mediante resistenza campione; la R_4 è una resistenza di basso valore posta sul lato di misura, ad evitare che tale lato possa in taluni casi risultare di resistenza nulla; la sua presenza non altera menomamente la misura poichè, come si dirà, questa viene effettuata col metodo di sostituzione.

Precisiamo anzitutto che ciò che ci proponiamo di conoscere con esattezza è la resistenza totale di terra R_T, somma della resistenza verso terra R_A del neutro e della resistenza verso terra R_B del dispersore in esame.

La resistenza da misurare è posta tra i vertici A e D del ponte ed è di valore molto prossimo allo zero. Quindi ha grande importanza eseguire una taratura preliminare per individuare con esattezza lo zero, evitando che la misura venga falsata dalle resistenze di contatto della spina, degli interruttori e dei relè interni all'apparecchio, che hanno valori di alcuni decimi di ohm, e dalla R_4.

Il circuito che noi inseriamo tra i vertici A e D del ponte è un circuito complesso, costituito da un conduttore di fase (con relativo avvolgimento del trasformatore), dal cavo di collegamento dello strumento alla presa, dai collegamenti interni (con relative resistenze di contatto), dalla linea delle terre, di resistenza complessiva $R_T = R_A + R_B$ e da R_4.

Per avere la esatta misura di R_T dobbiamo allora eliminare l'influenza sulla misura di tutte le resistenze presenti in tale circuito, ad eccezione della sola R_T.

La misura si fa perciò in due tempi. In un primo tempo (taratura) si pongono i commutatori K_1, K_2 come in figura 1 (tratto pieno) con K_o (di protezione) chiuso, inserendo così tra i vertici A e D il circuito fase-neutro: per tale circuito si memorizza il segnale di squilibrio rilevandolo sullo strumento di zero, prendendo così la sua resistenza come valore di riferimento, cioè come zero fittizio. In un secondo tempo (misura) si pone il commutatore K_2 sulla posizione 2, inserendo tra i vertici A e D il circuito fase-terra.

Così operando, il circuito inserito tra i vertici A e D varia solo in quanto al neutro di resistenza R_N si sostituisce la linea delle terre di resistenza R_T. Allora si avrà un ulteriore squilibrio del ponte tanto maggiore quando più R_4 si scosta da R_N. Nella generalità dei casi è R_T maggiore, raramente è minore, di R_N e lo squilibrio che si ha passando dalla taratura alla misura ci dice di quanto R_T supera (o è inferiore a) R_N: l'anzidetto squilibrio viene eliminato mediante la resistenza potenziometrica nota R_1. Se indichiamo con M' il risultato di questa misura, cioè la lettura eseguita su R_1, si ha $M' = R_T - R_N$, e sarà M' positivo o negativo secondochè R_T è maggiore o minore di R_N (cioè lo squilibrio iniziale di taratura aumenta o diminuisce).

A tal punto resta ancora la incognita della R_N, che può essere trascurabile, ma che può non esserlo; il considerarla trascurabile non gioca a favore della sicurezza.

Per eliminare anche questa incognita, si deve eseguire una seconda misura, anche questa in due fasi. Nella prima fase (taratura) si inserisce tra i vertici A e D la resistenza R_4, che si assume come resistenza di riferimento, ponendo K_1 in posizione 2 e K_2 in posizione 1. Nella seconda fase (misura) si pone in serie alla resistenza R_4 il circuito neutro-terra, cioè la resistenza $R_T + R_N$, passando K_2 in posizione 2. Lo squilibrio che comporta l'aggiunta di tale resistenza $R_T + R_N$ viene eliminato mediante la resistenza R_1.

Se indichiamo con M'' il risultato di questa misura si ha: $M'' = R_T + R_N$.

Effettuate le due misure M' e M'' è facile calcolare il valore della sola R_T, essendo ovviamente:

$$R_T = \frac{M' + M''}{2}$$

In tale formula M' va posto col segno più o meno secondochè R_T sia risultato maggiore o minore di R_N.

Il segnale di squilibrio viene, come detto, prelevato ai capi della resistenza R_5, amplificato e inviato a un indicatore a led (diodi che si illuminano al passaggio di corrente nel campo di sensibilità). Uno speciale circuito integrato fa accendere i led in successione all'aumentare della corrente, simulando il movimento dell'ago di un galvanometro, con il vantaggio di poter meglio sfruttare la forte amplificazione elettronica e di non avere errori di parallasse o meccanici (inerzia, attriti).

Nel caso in cui il neutro non sia disponibile, come circuito di riferimento si deve prendere il circuito fase-fase anzichè il circuito fase-neutro; per il resto nulla cambia. In tal caso allora la misura M' dice di quanto $R_T = R_A + R_B$ supera la resistenza della seconda linea di fase R_F, cioè

$M' = R_T - R_F$. La seconda misura M'', eseguita sul circuito fase-terra, dà il valore della resistenza complessiva di tale circuito, cioè $M'' = R_T + R_F$.

E' quindi anche in tal caso $R_T = (M' + M'')/2$.

Il valore della resistenza totale di terra $R_T = R_A + R_B$, ottenuto come detto nel presente paragrafo, sia disponibile oppure no il conduttore neutro, è determinato con esattezza senza ipotesi restrittive o approssimazioni.

Resta solo da chiarire la possibilità o meno che eventuali carichi derivati sul circuito fase-neutro o fase-fase influenzino la misura.

Tali resistenze derivate sono presenti nel circuito di taratura e non in quello di misura, alterando sotto tale aspetto i termini del confronto; ma tale effetto è pressochè nullo, e quindi del tutto trascurabile, per il fatto che le resistenze presenti nel circuito di taratura, come previsto teoricamente, sono di valore molto prossimo allo zero (dell'ordine di un ohm), mentre le resistenze dovute ai carichi derivati, se vi sono, sono di valore alquanto elevato. Il ponte è indipendente dalle variazioni della tensione di alimentazione, quindi anche sotto tale aspetto la presenza dei detti carichi derivati non può influenzare la misura.

Desideriamo infine chiarire quale valore pratico ha la misura della resistenza totale $R_T = R_A + R_B$, anche in relazione al fatto che fino ad ora i tecnici hanno avuto a disposizione solo strumenti idonei alla misura della sola resistenza di terra R_B dell'impianto dello stabile in esame.

Premesso che, come appresso si dirà, l'apparecchio descritto nel presente articolo può misurare anche il valore puro e semplice di R_B come gli altri terrohmetri usuali a picchetti, si vuole ora esaminare quale importanza può avere conoscere anche R_A e che ordine di grandezza ha in generale tale resistenza.

La resistenza R_A, mediante la quale viene messo a terra il punto neutro del secondario del trasformatore che alimenta l'impianto di utilizzazione dello stabile in esame, fa parte generalmente dell'impianto ENEL. Il valore di R_A è allora generalmente bassissimo, molto prossimo allo zero, specie nelle città, ove quasi sempre le terre delle cabine sono tutte collegate tra loro mediante i piombi dei cavi della rete e spesso mediante appositi conduttori. Differente è il caso di cabine poste su terreno roccioso o comunque ovunque sia difficile eseguire una buona presa di terra, poichè in tal caso R_A può avere anche un valore notevole.

Concludiamo quindi dicendo che generalmente R_A ha un valore trascurabile, specie nelle grandi città, che quindi in tali casi praticamente il valore di R_T tende a coincidere con il valore di R_B; che il trascurarlo è comunque sempre a favore della sicurezza; che il valore di R_T è quello che entra in gioco quando vi sono accidentali scariche a terra sia attraverso un individuo che attraverso carcasse metalliche, per cui la sua conoscenza è molto utile per coordinare le protezioni a monte, specie nel caso in cui R_A sia alquanto elevato.

3. - Metodo dei tre picchetti.

Come accennato, lo stesso ponte sopra descritto permette la misura della resistenza del solo dispersore locale dello stabile in esame; per tale misura occorre disporre di altre due terre ausiliarie, ad esempio di altri due dispersori o di due picchetti infissi nel terreno per l'occorrenza. Allora si misura la resistenza tra i dispersori A e B, poi tra B e C, e infine tra C e A; detta R_B la resistenza di terra incognita con la nota formula, derivata da tre equazioni a tre incognite, si ha allora:

$$R_B = \frac{R_{AB} + R_{BC} - R_{CA}}{2}$$

Il metodo di misura qui descritto ha il vantaggio, rispetto agli altri sistemi, che il ponte attrezzato come innanzi detto non è disturbato dalla presenza eventuale di c.a. sul neutro.

Con tale metodo pertanto si possono prender come terre ausiliarie il neutro di resistenza R_A e l'acquedotto di resistenza R_C (scollegando il dispersore in esame dalla rete di terra per timore che vi siano collegamenti metallici tra tale rete di terra e il neutro ; con il che la misura si può eseguire restando a un qualunque piano dello stabile.

In tal caso R_{AB} è la resistenza totale di terra in precedenza misurata, cioè la resistenza tra neutro e dispersore B in esame; R_{BC} è la resistenza tra la terra incognita e l'acquedotto, e R_{CA} è la resistenza tra dispersore del neutro e acquedotto.

4. - Effetto depolarizzante della corrente alternata.

Nel metodo a ponte di Wheatstone innanzi descritto la corrente di misura è la corrente continua, che ha il vantaggio di non essere disturbata dalle capacità e dalle induttanze presenti nel circuito di misura.

D'altro canto è noto che la misura in c.c. di resistenze di natura elettrolitica comporta un errore dovuto alla polarizzazione elettrodica, cui consegue un aumento della resistenza ohmica apparente della soluzione elettrolitica, errore che può essere più o meno trascurabile e che comunque diminuisce con la densità di corrente (cioè quanto più estesa è la superficie dell'elettrodo e minore la corrente che attraversa l'elettrolita).

Questo aumento apparente della resistenza non si ha però con il metodo di misura qui proposto. Infatti la sovrapposizione della c.a. alla c.c. ha un effetto positivo, perchè esercita una azione depolarizzante, cioè tende ad impedire l'anzidetta polarizzazione elettrodica.

Tale effetto depolarizzante della c.a. è fenomeno noto da tempo [1] e [2], e comunque confermato da prove sperimentali eseguite di recente presso le Università di Milano e Roma, oltre che dallo scrivente. E' però necessario, affinchè tale fenomeno sia determinante, che la c.a. abbia un valore alquanto elevato rispetto alla c.c. In pratica, il rapporto i_{ca}/i_{cc} deve essere almeno 2.

5. - Sicurezza.

Vogliamo infine accennare ai problemi della sicurezza nell'uso del metodo.

Senza idonei dispositivi di sicurezza questo genere di misure potrebbe essere pericoloso, poichè in pratica si viene a collegare, sia pure attraverso una resistenza di circa 2 000 ohm, una fase al conduttore di terra, il quale a sua volta può avere una resistenza verso terra elevata o addirittura esserne disconnesso, ciò che porterebbe il ponte al potenziale di fase verso terra; si è perciò introdotto un congegno di sicurezza basato sull'uso di una corrente di sondaggio che attraversa il circuito di misura per una frazione centesimale di secondo.

Il dispositivo agisce nel modo seguente. Durante la corsa di chiusura dell'interruttore K_o che collega il conduttore di fase al vertice A del ponte si ha, in anticipo rispetto alla chiusura e per una frazione di secondo, la chiusura di un contatto ausiliario che in tale frazione di secondo collega la bobina di un relè tra fase e terra. Tale bobina, nella frazione di tempo anzidetta, riesce ad eccitarsi se la corrente che la attraversa è sufficientemente elevata, cioè se la resistenza totale del circuito fase-terra è sufficientemente bassa; non si eccita se tale resistenza totale è troppo elevata. Una volta eccitata, tale resta dopo la chiusura dei contatti principali, mediante un contatto di autotenuta.

Il contatto ausiliario che si chiude, in anticipo rispetto alla chiusura dei contatti principali, per una frazione contesimale di secondo è stato attuato, in piena affidabilità e ripetibilità, mediante due contatti comandati dallo stesso asse, uno normalmente aperto e con chiusura anticipata, l'altro normalmente chiuso e con apertura ritardata: l'intervallo di tempo in cui ambedue sono contemporaneamente chiusi e così regolabile a piacimento, e ovviamente si rende minimo.

6. - Conclusioni.

Il ponte di Wheatstone, attrezzato come innanzi esposto, permette la costruzione di terrohmetri per la misura della resistenza di terra ad una qualunque presa di uno stabile, con ottime caratteristiche di sensibilità e di precisione, grazie alla sovrapposizione della corrente continua di misura e della corrente alternata depolarizzante.

Trattasi della misura della resistenza totale di terra (somma della resistenza del dispersore di cabina e della resistenza del dispersore locale in esame), di cui un componente, il primo, è nelle città in generale del tutto trascurabile; il trascurarlo è comunque a favore della sicurezza.

Ma lo stesso apparecchio può misurare anche la resistenza verso terra del solo dispersore locale in esame, restando alla presa dello stabile presso cui si è eseguita la precedente misura, a condizione che sia disponibile il neutro (grazie al possibile uso del neutro come terra ausiliaria anche se sede di tensione alternata non nulla); qualora il neutro non sia disponibile, per tale seconda misura occorre disporre di due picchetti o comunque di due terre ausiliarie.

La possibilità di eseguire ambedue le misure, quella della resistenza totale $R_T = R_A + R_B$ e quella della sola resistenza del dispersore in esame R_B, permette di mettere a confronto i due valori ottenuti, dando alle misure stesse una maggiore affidabilità.

Altro vantaggio di tale metodo, attualmente oggetto di attento studio, è di permettere la misura della resistenza totale di terra anche durante (non soltanto prima e dopo) la scarica a terra di una corrente elevata, informazione questa di grande importanza per la sicurezza.

L'industria italiana ha in produzione l'apparecchio con il ponte di Wheatstone attrezzato come sopra descritto, apparecchio che dopo una lunga fase di messa a punto ha raggiunto solo di recente l'alto grado di affidabilità necessario. In fig. 2 è riportato

Fig. 2

uno di tali apparecchi, munito di manopola centesimale per la lettura diretta della resistenza in terra in ohm e frazione decimale. E' visibile il microamperometro a led (a forma di V).

Manoscritto pervenuto in prima stesura il 27 maggio 1977.

BIBLIOGRAFIA

[1] S. S. Abd El Rehim: *The effect of superimposed a.c. on d.c. on the electrodeposition of Cu-Zn alloys* - « Journal of applied electrochemistry », 8, (1978), 569-572 - printed in Great Britain.

[2] Zlata Kovac: *The effect of superimposed a.c. on d.c. in electrodeposition of Ni-Fe alloys-* . Electrochem Soc. - Electrochemical Science - January 1971 - Vol. 118, n. 1 - printed in U.S.A.

Lettere alla Redazione

Trasduttore di potenza trifase a effetto Hall

INTRODUZIONE.

Per un dispositivo di irraggiamento ad alta temperatura nel reattore nucleare « Galileo Galilei » del C.A.M.E.N., si è avuta necessità di registrare, tra altre variabili, la potenza assorbita nel forno di riscaldamento per una potenza complessiva di 30 kW distribuita sulle tre fasi della rete di alimentazione a 220 V c.a. Per la registrazione occorreva ottenere un solo segnale proporzionale alla potenza assorbita complessivamente e adatto a pilotare una delle tracce di un registratore potenziometrico a 12 tracce.

Si è risolto il problema usando dispositivi a semiconduttori a effetto Hall. Si descrive il metodo usato in quanto si ritiene utile anche in applicazioni analoghe.

GENERALITÀ

I dispositivi a semiconduttori a effetto Hall danno un segnale di uscita proporzionale alla corrente di alimentazione e al campo magnetico istantanei a cui sono sottoposti. Il campo magnetico è ottenuto nel traferro di una ferrite eccitata da una spira della corrente assorbita per ogni fase (0 ÷ 45 A nominali) ed è pertanto a questa proporzionale nei limiti in cui la relazione tra campo e corrente è da considerarsi tale. La linearità di questa relazione è peraltro assicurata, nei limiti della potenza assorbita e della precisione richiesta, dal traferro stesso.

SENSORE.

Per ogni fase si è utilizzato un semiconduttore a effetto Hall tipo BH700 della Bell Inc., la cui sensibilità minima è 2,5 V/AT.

La alimentazione di alta impedenza, per corrente aggiustabile tra 0,1 A e 0,2 A, si è ottenuta attraverso una resistenza variabile in serie al secondario di un trasformatore il cui primario è alimentato dalla fase stessa. Poiché il trasformatore lavora quasi a circuito aperto, si può ritenere trascurabile lo sfasamento introdotto. L'alimentazione risulta così galleggiante rispetto alla rete.

Il dispositivo a effetto Hall è situato nel traferro di una ferrite a doppio « E » tipo Philips E42/21/15 il cui nucleo è abbracciato da una sola spira percorsa dalla corrente fornita dalla stessa fase che alimenta il semiconduttore. La massima corrente nominale è 45 A. Il traferro di 1 mm assicura una buona linearità nella zona di lavoro della ferrite (tipo 3E1). Il campo magnetico massimo è dell'ordine di 0,1 T, ben al di sotto del livello di saturazione per il tipo di ferrite usato ≃ 0,35 T).

La tensione di uscita del sensore risulta così proporzionale al valore istantaneo della corrente e della tensione di una fase. In realtà all'uscita per effetto Hall può aggiungersi un effetto resistivo dovuto allo squilibrio interno della corrente di alimentazione. Tale effetto tuttavia si inverte con la polarità e in media nel tempo è nullo.

La sensibilità di uscita dei sensori è equilibrata mediante il potenziometro che regola la corrente di alimentazione.

Le uscite di ogni sensore delle tre fasi sono disposte in serie. L'uscita complessiva è pari alla somma delle potenze istantanee delle tre fasi. Questa uscita tramite un filtro RC (≃1 s) viene mediata nel tempo e ridotta per adattarsi alla sensibilità del registratore. Nel nostro caso l'uscita è stata ridotta a 10 mV per la potenza complessiva di 30 kW per una delle 12 tracce di un registratore Leeds & Northrup Speedomax W.

Lo schema del circuito complessivo è dato nella fig. 1. Nell'appendice è riportato il calcolo completo, valido anche per un carico squilibrato e sfasato, della tensione di uscita dal sensore e dall'attenuatore.

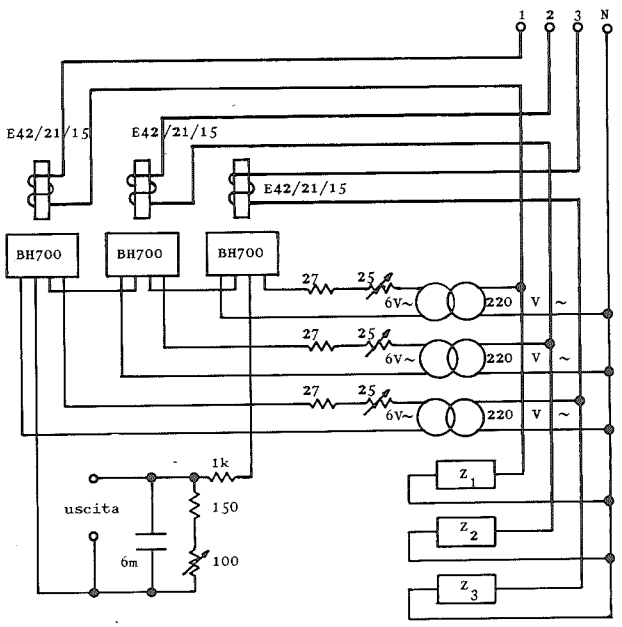


Fig. 1. — Schema elettrico del trasduttore di potenza trifase.

RISULTATI.

Il dispositivo ha lavorato per due anni consecutivi senza alcun problema, come era da aspettarsi trattandosi di un dispositivo semplice, statico e passivo.

Esso può essere facilmente adattato a lavorare in casi analoghi anche per potenze molto diverse ed anche a frequenze diverse nei limiti di risposta di tali dispositivi; può lavorare anche con tensioni di alimentazione non sinusoidali e non correlate in un sistema trifase.

Il dispositivo usato ha una sensibilità alla temperatura di $-0{,}2\%/°C$. *Non si è compensata tale variazione perchè il semiconduttore doveva lavorare in ambiente condizionato e non era richiesta grande precisione. Se necessario, tale sensibilità alla temperatura può tuttavia essere compensata disponendo resistori NTC nella rete di alimentazione di ogni elemento.*

APPENDICE

a) Segnale di uscita del sensore.

Siano v, i e P rispettivamente le tensioni, le correnti e le potenze istantanee delle tre fasi, con le v periodiche con il tempo.

Il trasduttore a effetto Hall da una f.e.m. istantanea pari a

$$e = H B \frac{v_s}{R} \pm r \frac{v_s}{R}$$

dove:

- H *è la costante di sensibilità Hall a circuito aperto per il particolare dispositivo (minimo* $2{,}5\ V/AT$);
- B *è il campo magnetico istantaneo ortogonale alla faccia del semiconduttore;*
- v_s *è la tensione istantanea di alimentazione;*
- R *è la resistenza complessiva del circuito di alimentazione;*
- r *è la resistenza equivalente che caratterizza lo squilibrio interno della corrente di alimentazione e che può dare un effetto concorde o discorde con la stessa* ($r \leqslant 7{,}5\ m\ \Omega$).

Nel nostro caso B è da ritenersi proporzionale alla corrente istantanea fornita dalla fase e pertanto pari a μi; v_s *è la tensione di uscita al secondario del trasformatore, che lavora quasi a circuito aperto: essa può ritenersi proporzionale e in fase con la tensione della fase che alimenta il primario e pertanto a* $n v$ *dove n è il rapporto di trasformazione.*

Si può scrivere allora, per una fase:

$$e_1 = H_1 \mu_1 i_1 \frac{v_1 n_1}{R_1} \pm r_1 \frac{v_1 n_1}{R_1}$$

Poiché le alimentazioni dei tre sensori sono galleggianti e sono collegate in serie, si ha per la f.e.m. istantanea complessiva:

$$e = e_1 + e_2 + e_3 = \frac{H_1 \mu_1 n_1}{R_1} P_1 + \frac{H_2 \mu_2 n_2}{R_2} \cdot$$

$$\cdot P_2 + \frac{H_3 \mu_3 n_3}{R_3} P_3 \pm$$

$\pm$ termini sinusoidali nel tempo.

Se R_1, R_2, R_3 *sono aggiustate empiricamente in modo che sia*

$$\frac{H_1 \mu_1 n_1}{R_1} = \frac{H_2 \mu_2 n_2}{R_2} = \frac{H_3 \mu_3 n_3}{R_3} = C$$

si ha infine:

$e = C (P_1 + P_2 + P_3)$ + *termini sinusoidali nel tempo.*

Se con e si indica la media nel tempo di e si ha:

$$\overline{e} = C \overline{P}$$

b) Tensione di uscita dell'attenuatore.

Se e è attenuata tramite un partitore esterno (fig. 2) si ha:

$$\frac{e_a}{e} = \frac{r_a}{R_a + r_a + \rho_1 + \rho_2 + \rho_3}$$

dove ρ *sono le resistenze di uscita dei semiconduttori a effetto Hall* ($\simeq 4$ *ohm*), *mentre* r_a, R_a *sono le resistenze dei rami dell'attenuatore.*

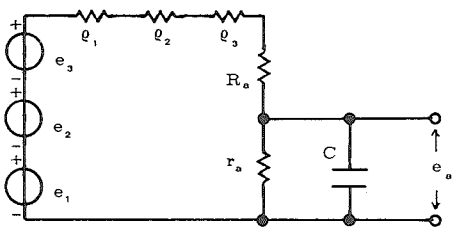


Fig. 2. — Schema equivalente dell'attenuatore.

La resistenza di uscita risulta pari a

$$R = \frac{r_a (R_a + \rho_1 + \rho_2 + \rho_3)}{r_a + R_a + \rho_1 + \rho_2 + \rho_3}$$

Se l'uscita è filtrata da un condensatore di capacità C, la costante di tempo relativa risulta

$$R C = \frac{r_a (R_a + \rho_1 + \rho_2 + \rho_3) C}{r_a + R_a + \rho_1 + \rho_2 + \rho_3}$$

Nel nostro caso ($R_a = 1$ *kohm*, $r_a \simeq 200$ *ohm*, $\rho_1 \simeq \rho_2 \simeq \rho_3 \simeq 4$ *ohm*, $C \simeq 6$ *mF*), *si ha:*

$$\frac{e_a}{e} = \frac{200}{1\,000 + 200 + 4 + 4 + 4} \simeq 0{,}16$$

$$R C = \frac{200\,(1\,000 + 4 + 4 + 4)\ 0{,}006}{200 + 1\,000 + 4 + 4 + 4}\ s \simeq 1\ s$$

VASCO CAINI, GIAMPIERO VANNUCCHI
C.A.M.E.N., Laboratorio di fisica

Dall'industria

DUE NUOVE LEGHE SAVA AD ALTO SPUNTO DESTINATE ALLA PRESSOCOLATA DI ROTORI ELETTRICI (°)

1) L'alluminio nei rotori

La preferenza rivolta all'alluminio nei confronti del rame nella produzione dei rotori a gabbia di scoiattolo scaturisce da molteplici proprietà fisiche del metallo leggero: innanzitutto la sua leggerezza, appunto, che comporta minori inerzie del motore e maggior durata dello stesso grazie al minor carico gravante sui cuscinetti; inoltre la migliore dispersione del calore attraverso la più ampia superficie della barra (a causa della diversa resistività, il diametro di un conduttore circolare in Al risulta essere circa 1,27 volte superiore a quello di un conduttore di rame elettricamente equivalente, pur presentando un peso del 50% inferiore).

Ancora, le ottime proprietà elettroisolanti dello strato di ossido con cui l'alluminio autonomamente si ricopre a contatto con l'aria (autopassivazione) favoriscono nettamente l'isolamento delle barre dai lamierini.

L'ultimo ma forse il più importante vantaggio offerto dall'alluminio è tecnologico, e consiste nell'agevolissima pressofondibilità di tale metallo, la quale permette una sensibile riduzione dei costi di produzione dei rotori.

2) La composizione chimica dell'alluminio per uso elettrico

I fattori che possono influenzare la conduttività dei manufatti di alluminio sono molteplici.

Tra essi i più determinanti sono il grado di purezza della composizione chimica, il tipo di struttura metallografica, le modalità di deformazione plastica e i trattamenti termici a cui il manufatto è stato eventualmente sottoposto.

Dei quattro fattori citati, solo il primo interessa direttamente il produttore di pani destinati alle fonderie, in quanto il tipo di struttura dipende essenzialmente dalle vicende termiche subite dal getto nel corso della sua solidificazione, e gli ultimi due fattori (grado di incrudimento e di riprecipitazione) sono determinati a valle della produzione stessa del getto.

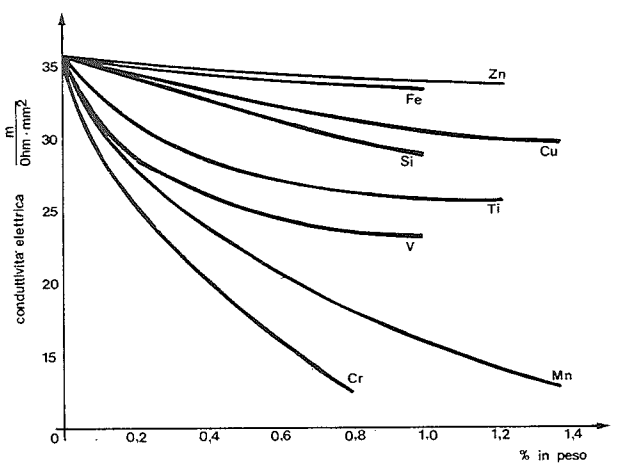


Fig. 1. — Conduttività elettrica dell'alluminio in funzione delle impurezze contenute.

La correttezza nella composizione chimica costituisce quindi la « conditio sine qua non » ai fini del soddisfacente comportamento elettrico della fusione in alluminio.

La figura 1 illustra l'influenza che la presenza di elementi estranei, derivanti generalmente dal minerale (bauxite), può determinare sulla conduttività dell'alluminio.

Naturalmente, il massimo sforzo viene rivolto da parte del produttore primarista all'abbattimento degli elementi più dannosi nei confronti della situazione metallurgica e meccanica dell'alluminio il quale tuttavia, come ogni metallo tecnico, non può essere esente da impurità, sia pure in tenori minimi.

Nel caso specifico dell'uso elettrico, la conduzione del ciclo produttivo esige una cura particolarmente spinta: la norma UNI 3950 ALP E 99,5 impone infatti non solo il limite massimo della somma totale delle impurità il cui valore determina convenzionalmente il titolo dell'alluminio, ma anche il valore massimo della somma dei tenori degli elementi (Cr, Mn, V, Ti) che, come si deduce facilmente dal grafico, pur essendo presenti in quantità minime, maggiormente influenzano la conduttività del materiale.

Ciascuno di tutti gli altri elementi può essere sopportato nella quantità massima dello 0,02%, ad esclusione di Fe, Si e Zn, la cui pressoché inevitabile presenza nel metallo leggero e la cui scarsa influenza sulle sue caratteristiche elettriche conducono a limiti di accettabilità più ampi.

La composizione dell'alluminio per uso elettrico ALP E 99,5 secondo la norma UNI 3950 è la seguente:

Fe $\leqslant$ 0,30%
Si $\leqslant$ 0,15%
Cu $\leqslant$ 0,02%
Zn $\leqslant$ 0,07%
Ti $\leqslant$ 0,02%
Ti + Cr + V + Mn $\leqslant$ 0,03%
Fe + Si + Cu + Zn + Ti + Cr + V + Mn $\leqslant$ 0,50%
Ciascun altra impurità $\leqslant$ 0,02%

3) Le leghe per rotori SAVA RO-05 (SR 150.2) e RO-07 (SR 170.1)

Oltre che praticamente inevitabile, un tenore controllato di ferro nell'alluminio destinato alla pressofusione di rotori risulta anche apprezzabile soprattutto perchè migliora le caratteristiche tensili del metallo.

Si può infatti dedurre dalla figura 2, rilevata su un alluminio contenente lo 0,10% di Si, che incrementi graduali di Fe dallo 0,10% allo 0,50% (cioè con rapporti Fe/Si variabili dall'1 al 5) comportano notevoli aumenti del carico di rottura a trazione (+ 19,3 per cento) accompagnati da limitatissima diminuzione della conduttività (— 2,7%).

Da considerazioni ulteriori, basate sulla constatazione che la solubilità del Fe nell'Al (0,05%) è notevolmente inferiore a quella del Si (1,65%), si deduce che

(°) riprodotto per cortese consenso dalla rivista « Alluminio » n. 9, 1979.

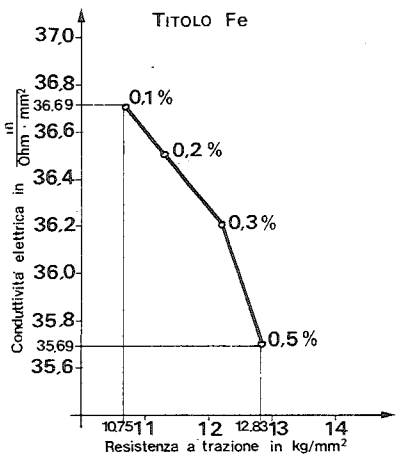


Fig. 2. — Resistenza a trazione dell'alluminio in funzione del tenore di ferro e corrispondente variazione della resistività elettrica.

la situazione ottimale si realizza con un rapporto Fe/Si = 1,5 min. Per questo motivo la SAVA ha messo a punto e da anni fornisce ai produttori di rotori pressofusi due tipi di leghe specifiche, in cui alla semplice limitazione dei tenori massimi contemplata dalla normativa UNI si è sostituita, per quanto riguarda Fe e Si, l'imposizione del loro rapporto ponderale ottimale Fe/Si $\geqslant$ 1,5

Le composizioni chimiche e le caratteristiche meccaniche di tali leghe speciali, qui di seguito riportate, assicurano l'agevole pressofondibilità e la costanza delle migliori proprietà elettriche e meccaniche dei rotori destinati a motori di tipo classico.

TABELLA I - *Leghe per rotori SAVA RO-05 ed RO-07*

Composizione chimica	Tipo di lega	
	RO-05 (SR 150.2)	RO-07 (SR 170.1)
Alluminio	min. 99,5%	min. 99,7%
Ferro	max. 0,40%	max. 0,25%
Silicio	max. 0,15%	max. 0,10%
Zinco	max. 0,07%	max. 0,07%
Boro	max. 0,02%	max. 0,02%
Ti+Cr+V+Mn	max. 0,02%	max. 0,02%
altri elementi (ciascuno)	max. 0,02%	max. 0,01%

Caratteristiche meccaniche

Valori misurati su provette di trazione con sezione 100 mm², colate in conchiglia, grezze di fonderia. Valori indicativi:

	RO-05 (SR 150.2)	RO-07 (SR 170.1)
Carico di rottura	7 - 9 kg/mm²	6 - 8 kg/mm²
Limite di elasticità 0,2	2 - 4 kg/mm²	2 - 4 kg/mm²
Durezza Brinell	15-20 kg/mm²	14-18 kg/mm²
Allungamento	35-50%	35-50%

4) L'incremento della coppia di avviamento nei motori asincroni monofasi

Il sempre più incalzante sviluppo dell'automazione nei differenti campi applicativi ha reso diffusissimo in ogni settore l'impiego dei motori asincroni, robusti, versatili ed economici.

Parallelamente alla loro diffusione si è ovviamente assistito alla sempre più specialistica differenziazione di tali macchine, sia trifasi che monofasi: motori a tenuta stagna, micromotori, motori passo-passo, motori ad avvolgimento sommerso, ecc.

Una tra le più sentite esigenze specialistiche comporta l'uso di motori ad alta coppia di spunto, frequentemente necessari nel caso di avviamenti sotto carico.

Per quanto concerne le grosse macchine trifasi, il problema dell'avviamento viene tradizionalmente risolto mediante l'adozione di apparecchiature e sistemi ormai classici (reostato d'avviamento, rotori a doppia gabbia, avviamento stella-triangolo, ecc.).

Recentemente, tuttavia, l'aumentato costo dell'energia elettrica, della manodopera e delle materie prime in generale, l'incrementata esigenza di prestazioni ed affidabilità anche dei motori monofasi di dimensioni piccole e medie (dai frazionari ai 2,2 kW circa) hanno reso di piena attualità il problema dell'avviamento dei motori destinati ad equipaggiare compressori, miscelatori, macchine enologiche, piccoli montacarichi, e naturalmente elettrodomestici.

Si è così assistito al proliferare di sistemi di varia natura e complessità (meccanici od elettrici puri, elettromeccanici, elettronici), in grado di attribuire elevate coppie di spunto a motori caratterizzati a potenze nominali relativamente basse, assicurando contemporaneamente valori della corrente di avviamento sufficientemente ridotti.

L'utilizzazione di ciascuno dei sistemi citati comporta tuttavia necessariamente modifiche più o meno sostanziali e quindi onerose nella progettazione e/o nella costruzione del motore, il cui funzionamento risulta oltretutto più complesso, ed inevitabilmente delicato.

Dopo aver focalizzato mediante uno studio di « marketing» i vari aspetti di tale problema, la SAVA si è proposta di risolverlo a livello puramente metallurgico, agendo cioè esclusivamente sulla composizione della lega di alluminio destinata all'equipaggiamento dei rotori pressofusi.

5) Le leghe primarie di alluminio per colata a pressione SAVA Spunto 30 e Spunto 50

Il principio fisico sfruttato dalle leghe SAVA ad alto spunto è illustrato dal noto diagramma delle caratteristiche del motore ad induzione riportato in figura 3.

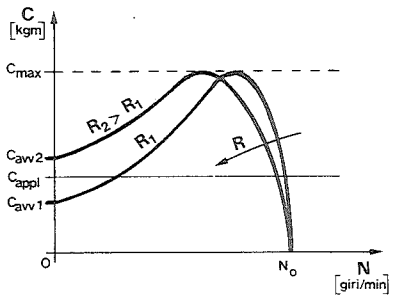


Fig. 3. — Coppia di avviamento in funzione della resistività.

Da esso si può chiaramente dedurre come un incremento controllato di resistenza elettrica R del circuito di rotore modifichi l'andamento della curva « coppia resa - velocità di rotazione », facendola ruotare pressoché indeformata attorno al fulcro costituito dalla velocità di sincronismo N_0 in senso antiorario, in modo da incrementare il valore della coppia di avvia-

TABELLA II - *Caratteristiche delle leghe SAVA ad alto spunto*

TIPO DI LEGA			Spunto 30	Spunto 50
CARATTERISTICHE FISICHE E GENERALI	Peso specifico	g/cm³	2,63	2,60
	Coefficiente di dilatazione termica 20-100 °C × 10^{-6}		20,0	24,0
	Coefficiente di dilatazione termica 20-200 °C × 10^{-6}		21,0	25,0
	Coefficiente di dilatazione termica 20-300 °C × 10^{-6}		22,0	26,0
	Resistività a 20 °C	μ Ω cm	4,3	6,8
	Ritiro lineare	%	~ 1,1	~ 1,2
	Intervallo di fusione	°C	570 ÷ 580	550 ÷ 630
	Temperatura massima di fusione	°C	780	780
	Intervallo ottimo di colata sottopressione	°C	640 ÷ 700	640 ÷ 700
CARATTERISTICHE MECCANICHE (su provette UNI 3039)	Carico di rottura a trazione R	N/mm²	230 ÷ 270	200 ÷ 250
	Carico al limite di snervamento $S_{0,2}$	N/mm²	130 ÷ 170	100 ÷ 130
	Allungamento A_5	%	1,5 ÷ 2,5	1,5 ÷ 3,0
	Durezza Brinnell HB	kg/mm²	80 ÷ 100	65 ÷ 85

mento C_{avv}, pur mantenendo invariato il valore della coppia massima C_{max}.

Un motore dotato di resistenza rotorica R_2 avrà ad esempio la possibilità di autoavviarsi trascinando la coppia applicata C_{appl}, sotto la quale lo stesso motore dotato però di resistenza rotorica $R_1 < R_2$ si sarebbe inevitabilmente « impuntato ».

L'aumento di resistenza elettrica R comporta inoltre, a parità di tensione d'alimentazione, un minor valore della corrente di avviamento, e quindi minori sollecitazioni elettromagnetiche del motore stesso.

Naturalmente, a parità di coppia resa (coincidente, nella condizione di regime, con la C_{appl}), i circuiti di rotore del motore più resistivo dissiperanno per effetto Joule una quantità di calore proporzionalmente maggiore: per questo motivo la composizione delle leghe SAVA ad alto spunto è stata studiata in modo da presentare caratteristiche di dissipazione termica tali da mantenere entro limiti largamente accettabili gli inevitabili incrementi di sovratemperatura Δ T.

L'andamento particolarmente ravvicinato dei rami discendenti delle due curve comporta inoltre una diminuzione praticamente insensibile delle velocità di rotazione del rotore più resistivo e quindi minima flessione del rendimento del motore.

A seguito degli esiti della serie di rilevazioni di cui è riportata la traccia nell'Appendice del presente lavoro, le due leghe SAVA ad alto spunto sono state battezzate Spunto 30 e Spunto 50, essendo in grado di presentare coppie di avviamento incrementate rispettivamente del 30% e del 50% rispetto a quelle ottenibili mediante le classiche leghe SAVA per rotori della serie RO, come è illustrato dal diagramma esemplificativo riportato in figura 4.

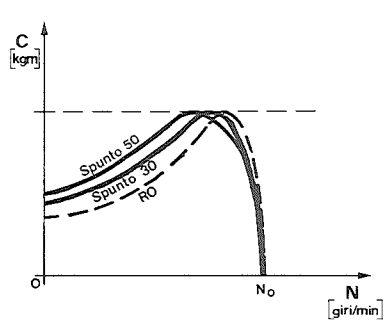


Fig. 4. — Comparazione tra le caratteristiche meccaniche del motore equipaggiato con lega RO e dello stesso motore equipaggiato con leghe ad alto spunto.

6) Appendice

La creazione delle leghe SAVA ad alto spunto ha costituito la conclusione di una nutrita sequenza di studi e di prove. A valle della ricerca di mercato che ha messo in rilievo l'esigenza di tali leghe da parte degli utilizzatori, l'iter tecnico si è infatti articolato secondo i seguenti stadi:

1) inquadramento del problema a livello elettrotecnico, tendente a definire le caratteristiche fisiche del materiale conduttore in grado di attribuire al motore le proprietà elettromeccaniche richieste (alta coppia di spunto accompagnata da bassi valori della corrente di avviamento e surriscaldamenti accettabili);

2) studio teorico-metallurgico, condotto al fine di individuare gli elementi di alligazione in grado di conferire alle leghe le proprietà fisiche richieste;

3) produzione in laboratorio metallurgico di una « rosa » di 12 leghe sperimentali, teoricamente rispondenti al fine proposto;

4) rilevazione in laboratorio fisico adeguatamente attrezzato (ITIS Rossi, Vicenza) dei valori di resistività elettrica, dilatazione e conducibilità termica delle leghe sperimentali, e conseguente enucleazione delle leghe più promettenti;

5) produzione semi-industriale delle leghe sudddette:

6) realizzazione, effettuata presso la ditta Lowara di Vicenza, di un congruo numero di rotori-campione

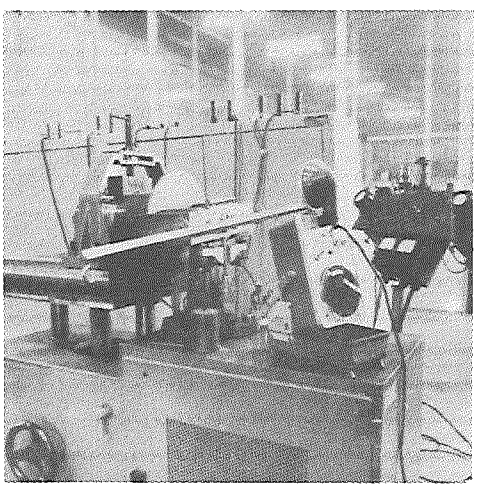


Fig. 5. — Prove al banco di motori asincroni.

pressofusi, equipaggiati con ciascuna delle leghe candidate alla scelta definitiva; assemblaggio e cablaggio dei relativi motori-campione;

7) rilevazione da parte del Laboratorio Prove della ditta Lowara, dei comportamenti elettromeccanici e termici dei motori-campione, tramite tracciamento delle « curve delle caratteristiche meccaniche » e dei « diagrammi di rotore », in base ai dati desunti da prove mediante freno elettromagnetico con lettura stroboscopica; restrizione della « rosa » a cinque leghe;

8) studio metallografico della struttura delle varie leghe pressofuse nei rotori al fine di individuare le tre leghe meglio rispondenti alle esigenze di agevole ed affidabile colabilità.

9) produzione industriale delle tre leghe suddette e ripetizione, su lotti costituiti statisticamente, delle operazioni 6), 7 e 8), al fine di verificare la continuità degli esiti delle prove e con ciò la costanza delle caratteristiche delle leghe; individuazione definitiva delle leghe Spunto 30 e Spunto 50;

10) rilevazione delle caratteristiche meccaniche, fisiche e tecnologiche delle leghe prescelte, effettuata presso i laboratori SAVA.

dott. ing. ALDO BORELLA
SAVA - Divisione Alluminio

Notizie e Informazioni

L'**IDI** (Istituto Dirigenti Italiani, via Larga 31, 20122 Milano, tel. 02-809 706) ha organizzato per i giorni **14 e 15 gennaio 1980,** a **Milano** il Seminario **« Energy Management »,** per il quale è stabilito un numero chiuso di partecipanti.

Programma, condizioni di ammissione, e altre informazioni possono essere chieste alla signora Antonella Berti, all'indirizzo sopra indicato.

* *

L'**IDI** (Istituto Dirigenti Italiani, via Larga 31, 20122 Milano, tel. 02-809 706) comunica il **Calendario dei Corsi** organizzati nel mese di **gennaio 1980.**

5/8/10/15/17/19 Gennaio
LA GESTIONE FINANZIARIA DELL'IMPRESA
Seminario Serale - 4ª Fase Corso di Amministrazione e Finanza

5/8/10/15/17/19 Gennaio
L'EVOLUZIONE DEL CONTROLLO DI QUALITA'
Seminario Serale - 4ª Fase Corso di Produzione

8/9 + 22/23 Gennaio
GLI INVESTIMENTI
NELLA STRATEGIA AZIENDALE
Seminario Diurno - 4ª Fase Corso Avanzato Interdisciplinare

14/15 Gennaio
ENERGY MANAGEMENT
Seminario Diurno Speciale - Settore Produzione

15/16/17 Gennaio
L'IMPIEGO DEI MEZZI DI COMUNICAZIONE E PROMOZIONE
Seminario Diurno - 4ª Fase Corso di Marketing

15/16/17 Gennaio
LE RELAZIONI SINDACALI
Seminario Diurno - 4ª Fase Corso di Personale

22/23/24 Gennaio
MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM
Seminario Diurno Speciale - Settore Marketing

29/30 Gennaio + 5/6 Febbraio
QUANTO VALE LA VOSTRA AZIENDA?
Seminario Diurno - Speciale - Settore Management

Informazioni possono essere chieste all'indirizzo sopra indicato.

* *

SEP POLLUTION, 8° Salone Internazionale dei Servizi Pubblici, Tecnologie per i Servizi urbani e la lotta contro gli inquinamenti, si svolgerà a **Padova dal 20 al 24 aprile 1980.**

Informazioni possono essere chieste all'Ente organizzatore: Ente Autonomo per le Fiere di Padova, via Niccolò Tommaseo 59, 35100 Padova, tel. 049-38620, telex 430051 (fierpd).

* *

Il 4° **Salone della Subfornitura** si svolgerà a **Parma, dal 6 al 10 maggio 1980.** Le precedenti edizioni di questa manifestazione, che è dedicata alle lavorazioni industriali per conto terzi nei diversi settori della vita economica della Nazione, hanno registrato crescente successo, e le previsioni per la manifestazione ora in programma sono favorevoli.

Il Salone è organizzato dall'Ente Autonomo Fiere di Parma (Parco Ducale, 43100 Parma, tel. (0521) 36868/9 e 75643/4/5/6, telex CCIA PR-I 530259) al quale possono essere chieste più complete informazioni.

* *

L'Ente Autonomo per le Fiere di Padova (via Niccolò Tommaseo 59, 35100 Padova, tel. 049-38 620, telex 430051 (fierpd) comunica che la **58ª Fiera Campionaria di Padova** si svolgerà **dal 23 maggio al 1 giugno 1980.**

Informazioni possono essere chieste all'indirizzo sopra indicato.

* *

Budapest ospiterà, **dal 29 settembre al 2 ottobre 1980, Microprocessor and allied Techniques in Measurement and Instrumentation Education,** Colloquium of the IMEKO Technical Committee of Higher Education - TC1.

I temi, sui quali il Comitato organizzatore auspica l'invio di memorie, sono:

Changes in the content and organization of measurement and instrumentation as a result of the application of microprocessors.

2 - New development in measurement science relating to the design of intelligent measurement equipment and their place in education.

3 - New requirements and developments in laboratory experiments caused by the application of microprocessors in measurement and instrumentation.

4 - A discussion on more general current trends and developments in measurement and instrumentation.

Per l'invio di memorie sono stabilte le seguenti date:

15 *dicembre* 1979: invio di un sommario di 450-900 parole dei lavori proposti;

entro il 29 *febbraio* 1980: notifica agli Autori dell'accettazione dei lavori;

31 *maggio* 1980: consegna dei lavori nella stesura definitiva.

La lingua ufficiale sarà l'inglese.

La corrispondenza deve essere inviata al seguente indirizzo: IMEKO Secretariat, H-1371 Budapest, POB 457 (Ungheria).

Il prof. Giuseppe Zingales (Istituto di Elettrotecnica e di Elettronica, via Gradenigo 6/A, 35100 Padova, tel. 049-65 78 44) può fornire informazioni e moduli di iscrizione.

* *

Il programma della **6th European Conference on Optical Communication - ECOC,** indetta per i giorni **16-18 settembre 1980 a York** (Inghilterra), e già annunciata nella rubrica « Calendario », verterà sui seguenti temi: 1 - Fibre e cavi di fibre; 2 - Dispositivi; 3 - Ottica integrata; 4 - Apparecchiature e tecniche; 5 - Sistemi di comunicazioni ottiche.

La manifestazione è organizzata dalla Electronic Division of the IEE, dall'Institute of Physics e dall'Institute of Mathematics and its Applications, ed è patrocinata dalle Associazioni Elettrotecniche Nazionali facenti parte dell'EUREL.

Il Comitato organizzatore sollecita l'invio di memorie, fissando le seguenti scadenze:
annuncio della partecipazione: al più presto
invio dei lavori: 31 marzo 1980
notifica della accettazione: maggio 1980.

Lingua ufficiale l'inglese.

Le modalità per la redazione dei lavori ed ogni altra informazione possono essere chieste al: Conference Department, the Institution of Electrical Engineers, Savoy Place, London WC2R OBL.

* *

Un IMEKO/IFAC **Simposium sul tema: Application of Microprocessors in Devices for Instrumentation and Automatic Control** è indetto per i giorni **17 ÷ 20 novembre 1980 a Londra.**

Formeranno oggetto del Simposio le seguenti applicazioni dei microprocessori:
al trattamento di dati ottenuti da misure originali, allo scopo di migliorare le prestazioni degli strumenti tradizionali e di predisporre possibilità di prove e di diagnosi automatiche;
in nuovi strumenti « intelligenti »;
in dispositivi per la comunicazione di dati nella strumentazione e nella regolazione;
ai sistemi di visualizzazione e di allarme ed ai dispositivi di interazione con gli operatori;
ai dispositivi di regolazione sequenziale e continua;
al miglioramento delle prestazioni di mezzi d'esecuzione;
all'automazione, compresi i robot e i dispositivi automatici di lavoro.

Per l'invio di contributi sono fissate le seguenti scadenze:

7 *gennaio* 1980: recapito a destinazione dei sommari, di non oltre 500 parole;

febbraio/marzo 1980: invito alla redazione dei testi finali

30 *giugno* 1980: recapito dei lavori;

luglio 1980: notifica dell'accettazione o del rifiuto dei lavori, dopo la selezione finale.

Lingua ufficiale l'inglese.

Tutta la corrispondenza deve essere indirizzata a: IMEKO/IFAC Symposium Organising Committee, the Institute of Measurement and Control, 20 Peel Street, London W8 7PD.

Informazioni possono essere chieste al prof. Giuseppe Zingales (Istituto di Elettrotecnica e di Elettronica, via Gradenigo 6/a, 35100 Padova, tel. 049-65 78 44), il quale può anche fornire i moduli d'iscrizione al Simposio.

* *

MECOM '81, 2nd Middle East Electronic Communication Show and Conference, è in programma, per i giorni **2 ÷ 5 febbraio 1981** al **Bahrain Exhibition Centre.** La manifestazione, promossa dal Ministero delle Telecomunicazioni e dei Trasporti, è organizzata dalla Arabian Exhibition Management Ltd. E' previsto che, nella Conferenza, saranno dibattuti, ad alto livello, i problemi riguardanti tutto il complesso delle comunicazioni nel Medio Oriente.

Informazioni possono essere chieste a: John Phillips, Arabian Exhibition Management, 11 Manchester Square, London W1M 5AB, oppure a:

Stefan Kemball, Arabian Exhibition Management, Bahrain Exhibition Centre, P.O. Box 20200, Bahrain.

* *

Organizzate dall'AIM (Association des Ingénieurs Electriciens sortis de l'Institut Electrotechnique Montefiore) si svolgeranno al Palazzo dei Congressi di **Liegi, dal 26 al 30 novembre 1981** le **Journées Internationales d'Etude des Centrales Electriques Modernes.**

Lingue ufficiali saranno il francese, l'inglese, l'olandese e il tedesco.

Informazioni possono essere chieste al Secrétariat de l'AIM, rue St-Gilles 31, B-4000 Liège (Belgio).

* *

Una **Conferenza stampa** è stata indetta, il 9 ottobre 1979, **per presentare la SITI-WORLDTECH S.p.A.** (Servizio Informazione Tecnologica Internazionale - Worldtech) costituita per collaborare con la GEPI nel reperire, con l'assistenza della Control Data Worldtech Inc. di Minneapolis, innovazioni di prodotto e/o di processo che abbiano immediato impiego per il risanamento del tessuto industriale del Mezzogiorno.

La GEPI-Gestioni e Partecipazioni Industriali, è l'ente finanziario costituito nel 1971, con capitale dell'IMI (50%) e dell'IRI, dell'ENI e dell'EFIM (50%), per intervenire presso piccole e medie aziende in difficoltà ed assisterle in materia finanziaria e di pianificazione. La legge n. 675 del 1977 ha circoscritto le nuove attività della GEPI soltanto alle zone depresse dell'Italia Centrale ed al Mezzogiorno; e poichè l'esperienza ha dimostrato che, per sortire buon esito, le industrie che si vogliono localizzare in tali aree non devono essere una ripetizione di quelle esistenti nell'Italia Settentrionale, ne deriva la necessità di innovazioni nei prodotti e nei processi tecnologici. L'attività nazionale di ricerca non è purtroppo in condizione di contribuire efficacemente in merito: di efficacia più immediata è, quindi, il ricorso ad organizzazioni, qual è appunto la Control Data Worldtech, che operano in campo internazionale per la diffusione a livello mondiale delle informazioni tecnologiche derivanti da studi e da realizzazioni industriali.

La SITI-WORLDTECH S.p.A. è stata costituita con un capitale di 500 milioni sottoscritto dalla GEPI (25%) dalla Control Data Worldtech (15%) e, per il resto, da FIAT, Pirelli, Olivetti, Insud, LMI e, in seguito, ISVEIMER. La Control Data Worldtech Inc. ha, in questo complesso, un particolare rilievo, in quanto opera nel settore del « marketing » in varie nazioni ed è associata con oltre cento organizzazioni indipendenti che si occupano di trasferimenti di tecnologie. Essa gestisce, attraverso un fitto sistema di comunicazioni, anche via satellite, il servizio Tech-

notec Data Bank, che dispone di dati riguardanti oltre 20 000 tecnologie, ai quali la nuova società potrà liberamente accedere per realizzare i suoi fini istituzionali.

La SITI-Worldtech ha inoltre sottoscritto un documento d'intesa col National Technical Information Service (NTIS), del Ministero del Commercio USA, per la distribuzione in Italia dei dati tecnologici che tale organizzazione possiede in una biblioteca di oltre un milione di voci.

La sede della SITI-Worldtech è in via del Serafico 200, 00142 Roma, tel. 06-54811, telex 613667 - 614557 GEPI.

Informazioni più complete possono, però, essere chieste a Publimeeting s.r.l., via F. Corridoni 6, 20122 Milano, tel. 02-782278.

* *

Dal 16 ottobre al 4 novembre u.s., ai Mercati Traianei, in **Roma,** sono stati esposti i progetti che, presentati al **Concorso « Il sole e l'habitat »,** sono stati premiati o segnalati come meritevoli. Il Concorso era stato indetto dal Ministero dell'Industria, Commercio e Artigianato, con la collaborazione dell'Istituto Nazionale di Architettura.

Al Concorso hanno partecipato 162 gruppi di progettisti che hanno affrontato il tema dell'integrazione tra architettura e tecnologie di solarizzazione nelle residenze e nella scuola materna ed elementare.

* *

Sistema informativo automatico all'INTEL '80 - In vista della prossima edizione dell'INTEL (Fiera di Milano, 9-13 febbraio 1980) è stato predisposto un Centro automatico informazioni e servizi per facilitare la individuazione, da parte dei vari clienti, dei prodotti e dei servizi di loro interesse.

Allo scopo sono state preparate apposite schede che, una volta compilate dal cliente, saranno inserite in un sistema a calcolatore dove le richieste espresse da ciascun cliente saranno « incrociate » con le offerte degli espositori.

Il risultato del confronto sarà presentato in un tabulato contenente l'elenco delle aziende espositrici che offrono i prodotti e i servizi di interesse per il particolare cliente. Ogni tabulato sarà automaticamente intestato al cliente che ha a suo tempo presentato la scheda e gli sarà consegnato in busta chiusa all'ingresso dell'esposizione.

All'INTEL '80 è prevista la partecipazione di oltre 600 espositori su 250 000 m^2 di superficie.

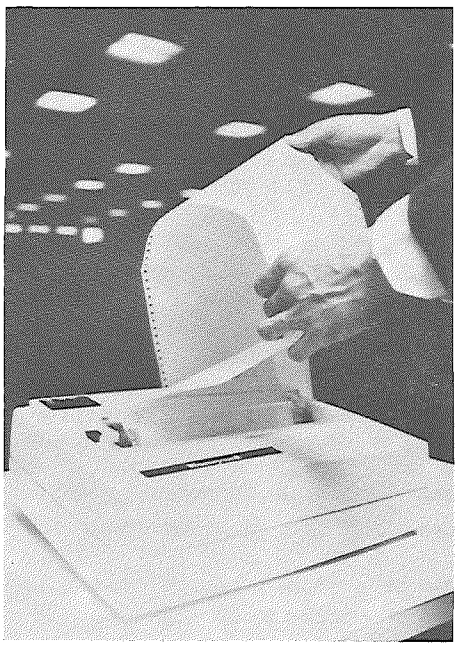
* *

La Stampante S10 è la più piccola della serie di stampanti seriali a matrice progettata e prodotta dalla Honeywell Information Systems Italia: ha una velocità di 80 caratteri al secondo (con stampa bidirezionale), e 80 posizioni di stampa ed è dotata di una testina di stampa a matrice di punti controllata da microelaboratore (7 aghi) e di un'elettronica di controllo a circuiti LSI. La stampante è destinata all'impiego sia come « hard copy » (cioè come stampante affiancata a un videoterminale) sia come unità di stampa nei piccoli e piccolissimi sistemi.

La stampante S10 è prodotta negli stabilimenti di Caluso. Nello stabilimento Nord sono eseguite, attraverso apparecchiature a controllo numerico, le operazioni di fresatura ed alesatura degli elementi metallici ed è realizzato l'assemblaggio delle testine a partire dagli aghi di tungsteno, dagli elettromagneti che li azionano e dagli altri elementi di supporto.

LSI). L'inserimento dei componenti assiali (resistenze, diodi, ecc.) viene effettuato automaticamente alla velocità di circa 5 000 elementi/ora mediante apparecchiature sequenziatrici, che creano un nastro di componenti ordinati secondo uno specifico programma, e apparecchiature per l'inserzione automatica dei com-

Parallelamente alla produzione delle parti meccaniche, nello stabilimento Sud avviene l'assemblaggio dell'elettronica di controllo (microprocessori e circuiti



ponenti nelle corrispondenti posizioni sulle piastre a circuito stampato; altre apparecchiature provvedono all'inserimento dei componenti integrati nelle piastre (fino a 2 000 elementi/ora); le piastre sono completate con l'aggiunta manuale di alcuni componenti particolari.

I collaudi intermedi delle piastre logiche e analogiche sono effettuati tramite apposite apparecchiature di prova, che ne controllano il funzionamento simulando le condizioni di impiego.

Sulle piastre logiche sono effettuate migliaia di prove operative che permettono di localizzare oltre il 99% dei guasti possibili (fra prove e interventi a ogni piastra sono dedicati mediamente circa 20 minuti); per le piastre analogiche i tempi di collaudo variano dai 3 ai 15 minuti secondo il tipo di componenti impiegati.

Il montaggio dei diversi gruppi meccanici è effettuato tramite « banco rotante » e ogni operatore monta un intero sottoassieme.

* *

La **Thomas e Betts S.p.A.** annuncia il trasferimento della sua sede da Milano, via Rossetti 19, a **Cinisello Balsamo (MI), via Archimede, angolo piazzale Labriola,** tel. 02-6120451.

Nella nuova sede sono riuniti gli uffici ed i magazzini, in un'area coperta quadrupla di quella della precedente. In particolare, il magazzino aumenterà la sua capienza, a tutto vantaggio del servizio per la clientela.

* *

Il Consiglio Direttivo del **CICOF** (Comitato Italiano Costruttori Forni Industriali) nella riunione tenutasi il 25 settembre 1979 presso la sede dell'ANIMA e pre-

sieduto dall'ing. Oppi Forcesi (SFEAT) ha proceduto alle elezioni delle **nuove cariche sociali** per il triennio 1979-1981. Sono risultati eletti:

Presidente: ing. Corrado Lombardo (MONTER - Gruppo Montedison)

Vice Presidente: dr. Elio Calamari (Elettrometallurgica Calamari & C.).

Membri:
per le Aziende aderenti all'ANIMA:
dr. Castelfranco (Felind Italiana); ing. Colombani (Lindberg); ing. Dorigo (S.I.B.)
per le Aziende aderenti all'ANIE:
ing. Astori (TIBB); ing. Bernotti (Off. Bernotti);
ing. Marranini (Ferrè ing. F. & C.).

L'ing. Oppi Forcesi conserva la carica di Vice - Presidente del CECOF (Comitée Européenne Constructeurs Fours) del quale il CICOF è membro in sede europea.

* *

L'UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione - piazza Diaz, 2, 20123 Milano, tel. 876914) ha annunciato l'avvenuta pubblicazione del **34° Elenco delle Pubblicazioni UNI** (edizione 1979) che, oltre a cenni sulle origini e sulla organizzazione dell'Ente e sugli organismi internazionali di normazione, comprende:

— l'elenco descrittivo particolareggiato delle norme UNI;
— l'elenco delle norme e raccomandazioni ISO;
— l'elenco delle norme europee EN;
— l'elenco delle Euronorm.

La pubblicazione viene inviata ai Soci dell'UNI soltanto contro rimessa anticipata all'indirizzo sopra indicato di L. 13 500, comprese spese di spedizione e di bollo, oppure con spedizione contro assegno di lire 14 000.

Coloro che non sono Soci dell'UNI devono rivolgersi alla Libreria Pirola, via F. Cavallotti 16, 20122 Milano, tel. 791 347.

* *

La **Synchro Test Instrument** annuncia la pubblicazione di un fascicolo di 16 pagine che, oltre ad elencare la produzione della Ditta, definisce la **struttura dei « Synchro » e dei « resolvers »** e indica, con esempi, i modi e gli strumenti per il loro controllo. La pubblicazione verrà inviata a chi ne farà richiesta alla Technitron, via G. Mangili 20, 00197 Roma, telefono 805647.

* *

La **CIE** (Commission Internationale de l'Eclairage) segnala la **Pubblicazione CIE n. 45 - Ligthing for Ice Sports** edita dal Comitato Tecnico 4.4 (Sports lighting).

La pubblicazione, in inglese, consta di 22 pagine, con 7 figure. Ad essa hanno contributo esperti dei diversi Paesi che sono rappresentati nel Comitato: ne è derivata una rassegna di esperienze in fatto di illuminazione per sport su ghiaccio, in particolare per pattinaggio, pattinaggio artistico, hockey su ghiaccio e curling. Sono specificati i requisiti generali riguardanti l'illuminazione, la sua uniformità, il risalto delle figure, la regolazione dello splendore, i colori e la loro resa. Vengono dati suggerimenti sulla scelta delle lampade e degli apparecchi di illuminazione e sulla loro sistemazione.

La pubblicazione è disponibile, al prezzo di L. 15 000 presso l'Ufficio Centrale dell'AEI (viale Monza 259, 20126 Milano, tel. 25 50 641).

* *

Nuove pubblicazioni della IEC - La International Electrotechnical Commission ha pubblicato i seguenti fascicoli di Norme.

Pubblicazione 168 (1979) - Essais des supports isolants d'intérieur et d'extérieur, en matière céramique ou en verre, destinés à des installations de tension nominale supérieure à 1 000 V.
2ª edizione Prezzo 67,— franchi svizzeri

Pubblicazione 254 A (1979) - Premier complément à la Publication 254 (1967) - Batteries de traction au Plomb.
Prezzo 10,— franchi svizzeri

Pubblicazione 335-2-28 (1979) - Sécurité des appareils électrodomestiques et analogues. Deuxième partie: Règles particulières pour les machines à coudre.
1ª edizione Prezzo 10,— franchi svizzeri

Pubblicazione 554-3-4 (1979) - Spécification pour papiers cellulosiques à usage électriques. Troisième partie: Spécifications pour matériaux particuliers. Feuille 4: Papier électrolytique pour condensateurs.
1ª edizione Prezzo 14,— franchi svizzeri

Pubblicazione 641-2 (1979) - Spécification pour le carton comprimé et le papier comprimé à usages électriques. Deuxième partie: Méthodes d'essai.
1ª edizione Prezzo 50,— franchi svizzeri

Pubblicazione 649 (1979) - Calcul du diamètre extérieur maximal des câbles pour installations intérieures.
1ª edizione Prezzo 20,— franchi svizzeri

Pubblicazione 655 (1979) - Valeurs des différences entre les niveaux d'efficacité en champ libre et en pression des microphones étalon à condensateur d'un pouce.
1ª edizione Prezzo 20,— franchi svizzeri

Modification n. 1 (1979) *à la Publication* 79-1 (1971) - Matériel électrique pour atmosphères explosives. Première partie: Construction, vérification et essais des enveloppes antidéflagrantes de matériel électrique.
Prezzo 16,— franchi svizzeri

Erratum à la Publication 390A (1976). *Premier complément à la Publication* 390 (1972). Dimensions des terminaisons des axes de composants électroniques pour commande manuelle.
gratuito

* *

L'Istituto SOGESTA di **Urbino** ospiterà **dal 21 luglio al 1° agosto 1980** il **Nato Advanced Study Institute on « Computer Design Aids for VLSI Circuits ».** Tra i docenti figurano rappresentanti di istituzioni americane ed europee.

Informazioni possono essere chieste al seguente indirizzo: prof. P. Antognetti, Istituto di Elettrotecnica, viale Causa 13, 16145 Genova.

Contemporaneamente a questa notizia è giunto l'annuncio del **Nato ASI on Design Methodologies for VLSI Circuits,** che si svolgerà **dal 7 al 18 luglio 1980** presso l'Université Catholique de **Louvain.** Informazioni su questa manifestazione possono essere chieste al prof. P. Jespers, Bâtiment Maxwell, 1348 Louvain-la-Neuve (Belgium).

Libri e pubblicazioni

AA.VV. - *Elettricità ed infortuni* - Atti del Seminario, Bari, maggio 1976 (Cooperativa Libraria Universitaria del Politecnico - CLUP - Milano, Editrice, 1979. Un volume, 17 × 24 cm, 284 pagine, figure. In brossura. Prezzo: L. 5 500).

Comunicazioni e convegni sull'infortunistica si susseguono, in questi tempi, con una certa frequenza: indizio di una crescente presa di coscienza della triste realtà di un numero ancora troppo elevato di infortuni, ai quali si oppongono con scarsi risultati attività di ricerca, di normalizzazione e di propaganda, ostacolate da deficienze legislative, da egoismi, da malintese economie e da fatalistica inerzia.

Tra le manifestazioni intese a portare un fattivo contributo al problema dell'infortunistica figura il Seminario, indetto presso l'Università di Bari nel maggio 1976, del quale sono stati pubblicati ora questi Atti. Il contenuto del volume denota una accurata organizzazione, che ha radunato non soltanto esperti di problemi di elettrotecnica, ma anche esperti di fisiologia umana, di medicina del lavoro, di legislazione del lavoro e di problemi sociali.

La sicurezza degli impianti elettrici o, più in generale, la sicurezza nell'uso dell'elettricità viene così definita nei suoi contorni tecnici e fisiologici in termini persuasivi. L'argomento delle leggi e della loro applicazione appare meno certo, per molteplici motivi; e la esposizione che qui ne viene fatta riguarda un particolare punto di vista, quello del mondo del lavoro, ricco, anche su questo punto, di contrasti e di rivendicazioni.

L'argomento è diviso in tredici capitoli: alcuni di carattere generale, i più di carattere specifico, sviluppati singolarmente o in collaborazione tra più autori, nella seguente successione.

Nei primi due (Cap. 1 - « La strega elettricità » e Cap. 2 - « La nocività elettrica in Italia ») G. Di Noya, sociologo, dopo aver sottolineato le benemerenze dell'elettricità, applicata dalla fine del XIX secolo all'industria, all'agricoltura ed ai lavori domestici, ricorda il processo di adattamento alla nuova forma di energia, punteggiato, putroppo, ancora oggi, da un troppo alto numero di infortuni.

Il Capitolo 3 - « Richiami di elettrotecnica », con l'esposizione degli elementi relativi ai circuiti elettrici, introduce al Capitolo 4 - « Dinamica dell'infortunio da elettricità » ed al Capitolo 5 - « Configurazione dei sistemi elettrici e protezione dai pericoli della corrente elettrica ». I tre capitoli sono opera di A. Dell'Aquila, V. Gallesi, G. Lista ed M. Savino, dell'Istituto di Elettrotecnica dell'Università di Bari, che illustrano con molta cura gli argomenti trattati, in particolare quello riguardante la configurazione dei circuiti, alla quale è legata l'efficacia delle protezioni, con le diverse possibilità di situazioni pericolose e con una prospettiva sui mezzi di difesa.

Il Capitolo 6 - « Lesioni da elettricità » è opera di G. Assennato, A. Federici ed A. Musaio Somma (rispettivamente degli Istituti di Medicina del lavoro, di Fisiologia umana e di Clinica chirurgica della Facoltà di Medicina dell'Università di Bari). Esso fornisce interessanti nozioni sui fenomeni elettrobiologici che avvengono nel corpo umano e sulle alterazioni alle quali essi possono essere soggetti per il passaggio della corrente elettrica, sui fattori ambientali e stagionali, sull'infuenza dei campi elettromagnetici, sul particolare carattere di conduttore ionico che il corpo umano possiede e sulle conseguenze che ne derivano.

Seguono quattro capitoli, redatti ancora da A. Dell'Aquila, V. Gallesi, G. Lista ed M. Savino.

Il Capitolo 7 - « Il sistema di protezione » integra i capitoli precedenti illustrando i requisiti che devono avere i dispositivi ai quali si affida la protezione contro i pericoli dell'elettricità, mettendo in guardia sulla necessità di una accurata valutazione delle loro possibilità di intervento in relazione alla configurazione dei circuiti.

Il Capitolo 8 - « L'impianto di messa a terra » illustra la funzione fondamentale dell'impianto di terra, i concetti di « tensione di contatto » e di « tensione di passo » (per le quali indica i valori-limite ammessi), i criteri di valutazione delle terre utilizzabili negli impianti a bassa tensione, che più interessano per la protezione delle persone, e, infine, la costituzione di un impianto di messa a terra.

Il Capitolo 9 - « Verifica del sistema di protezione » accenna all'esistenza degli enti ai quali, con specifiche mansioni, è affidata la sorveglianza sul rispetto delle norme relative alla sicurezza, e passa poi in rassegna i mezzi ed i procedimenti validi per le relative verifiche.

Il Capitolo 10 - « Disposizioni di legge e Norme del C.E.I. » elenca le leggi emanate dal potere esecutivo in materia di prevenzione degli infortuni e di igiene del lavoro, e ricorda l'importanza delle Norme del C.E.I. come elementi di riferimento per le prescrizioni dettate da tali leggi, sia pure con qualche divergenza in taluni punti.

Gli ultimi tre capitoli hanno contenuto più spiccatamente sociale e alquanto polemico nei riguardi della legislazione vigente.

Il Capitolo 11 - « Il ruolo degli enti di prevenzione in Italia », opera di L. Uva, dell'Ispettorato del Lavoro di Bari, traccia una visione degli sviluppi avuti dalla normatva anti-infortunistica nazionale, della quale rileva l'equivoca impostazione di base (risalente agli ultimi anni del secolo scorso) che considerava l'infortunio come un inevitabile tributo per il lavoratore, in relazione al quale non tanto era conveniente prevedere misure preventive quanto, invece, disporre per provvedimenti di risarcimento dei danni: prodotto di una mentalità che, in parte, dura ancora adesso e costituisce motivo di contesa tra lavoratori ed imprenditori.

Particolarmente è criticata la quasi totale mancanza di sanzioni contro le inadempienze dei provvedimenti preventivi, nonchè la tendenza ad attribuire troppo frequentemente a responsabilità degli infortunati (incoscienza, imprudenza, disattenzione, ignoranza...), il verificarsi dei dolorosi eventi dei quali essi rimangono vittime.

Il Capitolo 12 - « La tutela giuridica delle condizioni di lavoro » è dovuto a C. Balducci, dell'Istituto di Diritto del lavoro » dell'Università di Bari. L'Autore rileva che, mentre la Costituzione, il Codice civile e lo Statuto dei lavoratori enunciano, in termini abbastanza precisi, il diritto dei lavoratori alla tutela della loro integrità fisica nell'ambiente di lavoro, i contratti di lavoro vengono conclusi dopo discussioni di natura economica e, tutt'al più, rivolte all'igiene ambientale. In pratica, poi, il diritto riconosciuto ai lavoratori, di controllare le condizioni di igiene e di sicurezza dell'ambiente di lavoro viene di frequente ostacolato dagli imprenditori con pretesti di ordine economico ed organizzativo.

Il Capitolo 13 - « Gli infortuni sul lavoro e il sistema organizzativo aziendale » è redatto da G. Di Noya, autore dei due primi capitoli.

Il tema della responsabilità personale degli infortunati viene ripreso e viene deplorato che esso figuri nelle statistiche ufficiali: queste dovrebbero mettere, invece, in maggior risalto la parte che spetta anche alle condizioni psicologiche che si creano negli ambienti di lavoro, a certe inadempienze in fatto di istruzione del personale, di coordinamento delle azioni e di adozione di mezzi di difesa. L'Autore auspica che le indagini statistiche vengano condotte più in profondità, in modo da consentire la raccolta di dati rimasti finora sconosciuti o scarsamente valutati.

Il libro rispecchia, sia pure soltanto nel settore dell'elettrotecnica, il singolare panorama dell'anti-infortunistica in Italia: da una parte, tecnici che si dedicano con passione e con competenza allo studio di mezzi di prevenzione e di difesa; dall'altra, una legislazione che, nell'applicazione pratica, rivela le sue lacune e la sua incapacità a vincere le opposizioni che, sotto varie forme, non escluse le controversie aziendali, ostacolano il raggiungimento degli scopi prevalentemente umanitari che l'anti-infortunistica si propone.

Volumi Ricevuti

Segnalazioni di volumi pervenuti alla Redazione; di alcuni di questi volumi saranno pubblicate le recensioni.

F.M. GARDNER - *Phaselock Techniques* (J. Wiley and Sons, New York, Chichester, Editori 1979. Un volume, 15,5 × 23,5 cm, XVI + 285 pagine, figure. Rilegato. Prezzo: 11,30 sterline; 24,60 dollari).

2ª edizione di un libro dedicato al controllo degli oscillatori e qui perfezionato con i più recenti aggiornamenti.

S. MUROGA - *Logic Design and Switching Theory* (J. Wiley and Sons, New York, Chichester, Editori, 1979. Un volume, 16 × 23,5 cm, XVI + 617 pagine, figure. Rilegato. Prezzo: 18,— sterline; 39,25 dollari).

Il continuo progresso nella tecnologia dei circuiti integrati costringe ad un frequente aggiornamento dei criteri di progetto e di esecuzione dei circuiti logici. Da qui deriva l'opera dell'Autore, che si vale anche di numerosi esempi pratici.

ENEL - Studi e Ricerche, n. 44, giugno 1979 - *Dinamica e schermatura dei reattori nucleari di potenza* (ENEL, Roma, Editore. Un volume, 21 × 29,5 cm, circa 150 pagine, figure. In brossura, senza indicazione di prezzo).

Il contributo portato dai ricercatori italiani ai problemi riguardanti i reattori nucleari è rappresentato, in piccola parte, dagli undici articoli raccolti in questo quaderno della Collana dell'ENEL.

Il Centro di Produzione di Napoli della Radiotelevisione Italiana (RAI, Editrice, 1979. Un volume, 24,5 × 32,5 cm, 119 pagine con molte illustrazioni. Rilegato. Senza indicazioni di prezzo).

Illustra gli impianti tecnici del Centro di Napoli della RAI.

N.B.S. Building Science Series 108 - D.H. CARSON - J.C. ARCHEA, S.T. MARGULIS, F.E. CARSON - *Safety on Stairs* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1978. Un volume, 20 × 26 cm, XI + 120 pagine, figure. In brossura. Prezzo: $ 3,—).

Tratta dei problemi della sicurezza sulle scale e fornisce documentazione e consigli sull'argomento.

N.B.S. Monograph 164 - I.P. MONTGOMERY, D.C. CHANG - *Electromagnetic Boundary-Value Problems based upon a Modification of residue Calculus and Function Theoretic Techniques* (National Bureau of Standard, Washington, Editore, 1979. Un volume, 20 × 26 cm, VI + 177 pagine, figure. In brossura. Prezzo: $ 5.00).

Tratta numerosi problemi elettromagnetici di trasmissione in sistemi chiusi ed aperti di guide d'onda.

N.B.S. - S.P. 260 - *N.B.S. Standard Reference Materials Catalog* 1979-80 *Edition* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1979. Un volume, 20 × 26 cm, IV + 102 pagine. In brossura. Prezzo: $ 3,—).

Elenca gli oltre 1 000 materiali dei quali il N.B.S. può fornire caratteristiche valide come riferimento per analisi di vario tipo.

N.B.S. - S.P. 260-58 - J.D. BARNES, G.M. MARTIN - Standard Reference Materials - *SRM* 1470: *Polyester Film for Oxygen Gas Transmission Measurements.* (National Bureau of Standard, Washington, Editore 1979. Un fascicolo, 20 × 26 cm, IX + 33 pagine, figure. Prezzo: $ 2,—).

Fornisce dati e istruzioni per l'utilizzazione del materiale specificato.

N.B.S.-S.P. 260-62 - R.J. SOULEN jr., R.B. DOVE - Standard Reference Materials - *SRM* 768: *Temperature Reference Standard for use below* 0,5 *K.*

Fornisce dati e istruzioni per l'impiego di una apparecchiatura per misure di temperature in prossimità dello zero assoluto.

N.B.S. - S.P. 260-63 - R.A. VELAPOLDI, R.C PAULE, R. SCHAFFER, J. MANDEL, L.A. MACHLAN, J.W. GRAMICH - *A Reference Method for the Determination of Potassium in Serum* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1979. Un volume, 20 × 26 cm, XIV + 89 pagine, figure. In brossura. Prezzo: $ 3,75).

Contiene la descrizione del metodo di ricerca specificato nel titolo.

N.B.S. - S.P. 543 - *The Technological Knowledge Base for Industrializing Countries* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1979. Un volume, 20 ×26 cm, VII + 234 pagine, figure. In brossura. Prezzo: $ 4,50).

Rendiconti di un Seminario svolto a Gaithersburg nei giorni 16 e 17 ottobre 1978. Vi figurano 33 contributi.

N.B.S. - S.P. 547 - *Detection, Diagnosis and Prognosis. MFPG 28th Meeting* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1979. Un volume, 20×26 cm, VI + 370 pagine, figure. In brossura. Prezzo: $ 7,—).

Il Convegno del Mechanical Failures Prevention Group, citato nel titolo, si è svolto a San Antonio, Texas, dal 28 al 30 novembre 1978. Questi rendiconti raccolgono 25 memorie.

N.B.S. - S.P. 548 - *Summer Attic and Whole-House Ventilation* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1979. Un volume, 20 ×26 cm, V + 149 pagine, figure. In brossura. Prezzo: $ 4,75).

Atti di un Convegno svoltosi a Gaithersburg, il 13 luglio 1978. Tratta del condizionamento dell'ambiente nelle abitazioni, con lo scopo di individuare le possibilità di conseguire risparmi di energia. Sono raccolte le otto memorie presentate, con le relative discussioni.

N.B.S. - S.P. 552 - *Research and Innovation in the Building Regulatory Process* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1979. Un volume, 20 × 26 cm, X + 360 pagine, figure. In brossura. Prezzo: $ 7,50).

Rendiconti della 3ª Conferenza annuale congiunta NAS/NCSBCS, tenutasi ad Annapolis, Maryland, il 12 settembre 1978. Raccoglie 28 delle 75 memorie presentate, che trattano i vari elementi di normalizzazione, di bene intesa economia, di razionalizzazione degli impianti, dei risparmi di energia, di presidi per persone anziane e handicappate ed altre. (NCSBCS è l'acronimo di National Conference of States on Building Codes and Standards).

N.B.S. - S.P. 500-51 - Computer Science and Technology. *Recommendations for Database Management System Standards* (National Bureau of Standards. Washington, Editore, 1979. Un fascicolo, 20 × 26 cm, X + 88 pagine. Prezzo: $ 3,75).

L'impiego di tecnologie in continuo sviluppo nella costituzione e nell'esercizio di centri di elaborazione ostacola il coordinamento tra i vari sistemi e l'intercambiabilità tra gli operatori. Il FIPS Task Group on Database Management System Standards propone una normalizzazione in proposito. (FIPS: Federal Information Processing Standards).

N.B.S. - S.P. 525 - *Ultrasonic Tissue Characterization II* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1979. Un volume, 20 × 26 cm, XI + 362 pagine, figure. In brossura. Prezzo: $ 5,50).

Rendiconti del 2nd International Symposium on Ultrasonic Tissue Characterization, svolto a Gaithersburg, Maryland, nei giorni 13-15 giugno 1977. Raccoglie 43 memorie sul comportamento dei tessuti del corpo umano sottoposti ai moderni mezzi diagnostici.

N.B.S. - S.P. 534 - *Utility and use of Large-Scale Mathematical Models* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1979. Un volume, 20 × 26 cm, V + 223 pagine, figure. In brossura. Prezzo: $ 4,25).

Rendiconto di un congresso tenuto a Gaithersburg nei giorni 28-29 aprile 1977. Raccoglie 20 memorie.

N.B.S. - S.P. 500-47 - Computer Science and Technology - G.H. SOCKUT, R.P. GOLDBERG - *Data Base Reorganization - Principles and Practice* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1978. Un fascicolo, 20 × 26 cm, IV + 46 pagine, figure. Prezzo: $ 2,30).

Gli Autori espongono le loro vedute circa l'organizzazione delle basi di dati ed il relativo accesso per l'impiego con elaboratori.

N.B.S. - S.P. 500-48 - Computer Science and Technology - J.W. COTTON - *Measurement of Interactive Computing: Methodology and Application* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1979. Un volume, 20 × 26 cm, IX + 101 pagine, figure. In brossura. Prezzo: $ 4,00).

Contiene considerazioni sulla gestione del traffico sulle reti di elaboratori.

N.B.S. - S.P. 500-49 - Computer Science and Technology. D.R. DEUTSCH - *Modeling and Measurement Techniques for Evaluation of Design Alternatives in the Implementation of Database Management Software* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1979. Un volume, 20 × 26 cm, XII + 231 pagine, figure. In brossura. Prezzo: $ 5,50).

I costi relativi alla organizzazione di sistemi di elaboratori risultano sensibili quando si debbano eseguire reiterate modifiche ai progetti originali. L'Autore svolge considerazioni sulla possibilità di concepire tali progetti in modo da ridurre le operazioni di adattamento in fase esecutiva.

N.B.S. - S.P. 400-14 - Semiconductor Measurement Technology - S. RUBIN, F.F. OETTINGER - *Thermal Resistance Measurement on Power Transistors* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1979. Un fascicolo, 20 × 26 cm, VI + 62 pagine, figure. Prezzo: $ 2,40).

Descrive il metodo seguito per le misure specificate nel titolo.

N.B.S. -S.P. 400-50 - Semiconductor Measurement Technology - *Reliability Technology for Cardiac Pacemakers III - A Workshop Report* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1979. Un volume, 20 × 26 cm, VI + 127 pagine, figure. In brossura. Prezzo: $ 4,50).

Atti, con 35 memorie, di un convegno sull'argomento degli stimolatori cardiaci svolto presso il NBS a Gaithersburg, MD, nei giorni 19-20 ottobre 1977.

N.B.S. - S.P. 426, Suppl. 1 - *Bibliography of Low Energy Electron and Photon Cross Section Data (January 1975 through December* 1977) (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1979. Un volume, 20 ×26 cm, VI + 106 pagine. In brossura. Prezzo: $ 4,00.).

Lavoro bibliografico svolto a cura di J.W. Gallagher, J.R. Rumble jr. ed. E.C. Beaty.

N.B.S. - S.P. 480-33 - Law Enforcement Equipment Technology. *Guide to High Speed Patrol Car Tires* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1979. Un fascicolo, 20 × 26 cm, VI + 37 pagine. Prezzo: $ 2,—).

Sottolineata l'importanza che i pneumatici hanno per concorrere all'efficienza dell'automobile, la pubblicazione raccoglie le istruzioni emanate in proposito ai reparti di polizia americani motorizzati.

KUNGL. TEKNISKA HÖGSKOLAN - *Studiehandbok* 1979-80 *del* 1-2 (Kungl. Tekniska Högskolan, Stoccolma, Editore, 1979. Due volumi, 16,5 × 24 cm, 192 + 548 pagine. In brossura. Prezzo 10 + 15 corone svedesi).

Piano di studi 1979-80 del Reale Istituto di Tecnologia di Stoccolma.

N.B.S. HANDBOOK 105-3 - B.C. KEYSAR - *Specifications and Tolerances for Reference Standards and Field Standard Weights and Measures - 3. Specification and Tolerances for Graduate New Type Volumetric Field Standards* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1979. Un fascicolo, 20 ×26 cm, III + 19 pagine, 4 figure. Prezzo: $ 1,20).

Norma particolare per recipienti graduati per misure di liquidi.

N.B.S. HANDBOOK 107 - *American National Standard N* 43 : 1 *Radiological Safety in the Design and operation of Particle Accelerators* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1979. Un fascicolo, 20 × 26 cm, VII + 16 pagine. Prezzo: $ 1,30).

Revisione 1978 di particolari Norme di sicurezza dell'American National Standards Institute (ANSI).

CB Bulletin, n. 32, *marzo* 1979 (Certification Body of the International Commission of CEE, 21 × 29,5 cm, 142 pagine. Senza indicazioni di prezzo).

Copia inviataci dall'IMQ, via dei Pestagalli 1, 20138 Milano, tel. 501041.

J.R. GIBSON - *Electronic Logic Circuits* (E. Arnold, Londra, Editore, 1979. Un volume, 17,5 × 24,5 cm, VI +114 pagine, figure. In brossura. Senza indicazione di prezzo. Ricevuto da: the British Council, Londra).

Destinato prevalentemente agli studenti e agli autodidatti per introdurli alla produzione e all'impiego di circuiti logici elettronici.

I. GRAY - *The Engineer in Transition to Management* (IEEE Press, New York, 1979. Un volume, 19,5×24 cm, XXVII + 127 pagine, figure. Rilegato. Prezzo: 9,75 sterline, 21,95 dollari. Ricevuto dalla J. Wiley and Sons).

Consigli agli aspiranti alle posizioni direttoriali nell'industria.

N.B.S. Building Science Series 118 - E. SIMIN, M.J. CHANGERY, J.J. FILLIBEN - *Extreme Wind Speeds at* 129 *Station in the contiguous United States.* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1979. Un volume, 20 × 26 cm, IV + 314 pagine, figure. In brossura. Prezzo: $ 5,25).

Dati statistici sulle velocità massime del vento misurate in diverse località degli Stati Uniti.

ISA Directory of Instrumentation - International Volume - Products, Manufacturers, Trade Namer (Instrument Society of America. Pittsburgh, Editore, 1979. Un volume, 20,5 × 28,5 cm, VII + 234 pagine. In brossura. Prezzo: 16,50 sterline; 36,65 dollari. Distribuito dalla J. Wiley and Sons).

Repertorio di prodotti e di ditte industriali.

ISA - *Instrumentation in the Power Industry vol.* 22-1979 (Instrument Society of America Pittsburgh, Editore, 1979. Un volume, 21,5 × 28 cm, VII + 181 pagine, figure. In brossura. Prezzo: 9,90 sterline: 22,00 dollari. Distribuito dalla J. Wiley and Sons).

Rendiconti del 22° Simposio dell'ISA sulla Strumentazione industriale, svoltosi ad Atlanta, Georgia, dal 21 al 23 maggio 1974. Vi sono raccolte 18 memorie.

I.S.A. - *Instrumentation in the Chemical and Petroleum Industries - vol.* 15. - *Proceedings of the* 1979 *Symposium Sponsored by the Chemical and Petroleum Industries Division, New Orleans, Lousiana, April* 17-19, 1979 (Instrument Society of America, Pittsburgh, Editore, 1979. Un volume, 21,5 × 28 cm, VII + 119 pagine, figure. In brossura. Prezzo: 8,25 sterline; 18,35 dollari. Pervenuto dalla J. Wiley and Sons).

Raccoglie 14 memorie presentate al Simposio indicato nel titolo.

I.S.A. - *Measurement Technology for the* 80's - *Proceedings of the* 1979 *Symposium - Newark, Delaware, June* 20-22, 1979. *Analysis Instrumentation, vol.* 17. (Instrument Society of America, Pittsburgh, Editore, 1979. Un volume, 21,5 × 28 cm, XI + 251 pagine, figure In brossura. Prezzo: 16,50 sterline; 36,65 dollari. Pervenuto dalla J. Wiley and Sons).

Raccoglie i testi di 44 memorie presentate al Simposio indicato nel titolo.

I.S.A. - *Biomedical Science Instrumentation - Volume* 15 (Instrument Society of America, Pittsburgh, 1979. Un volume, 21,5 × 28 cm, VIII + 117 pagine, figure. In brossura. Prezzo: 8,25 sterline; 18,35 dollari. Pervenuto dalla J. Wiley and Sons).

Rendiconti del 16th Annual Rocky Mountains Bioengineering Symposium e del 16th International ISA Biomedical Sciences Instrumentation Symposium. 23-25 aprile, 1979. Sono raccolte 19 memorie.

I.S.A. - *Instrumentation in the Aerospace Industry - vol.* 25 - *Advances in Test Measurement - vol.* 16 - *Part one and Part two - Proceedings of the 25th International Instrumentation Symposium - Anaheim, California, May* 7-10, 1979 (Instrument Society of America, Pittsburg, 1979. Due volumi, 21,5 × 28 cm.
Part one: VIII + 1 ÷ 335 pagine, figure. In brossura. Prezzo: 22,— sterline; 48,85 dollari.
Part two: VIII + 345 ÷ 831 pagine, figure. In brossura. Prezzo: 22,— sterline; 48,85 dollari.
Pervenuti dalla J. Wiley and Sons)

Raccolgono complessivamente 92 memorie.

"Alta Frequenza„

Riassunti dei contributi originali pubblicati nel numero di Novembre 1979

R. FRANCHI - E. GOMBA - A. MOLINARI: *Effects of encoding offset and quantizing inaccuracies at low dynamic levels in P.C.M. multiplexes* (« Alta Frequenza », 1979, vol. XLVIII, n. 11, da pag. 656 a 665).

The aim of this paper is to analyse the effects of quantizing inaccuracies and encoding offset on P.C.M. multiplexes. The study is mainly concerned with the bearing that these errors have on the signal-to-noise ratio and on the gain at low input signal powers. A computer simulation has been carried out and results from both « statistical analysis » and « worst case search » are presented. By the way of conclusion a comment is made on the relationship between the two error roots considered and the limits recommended by the C.C.I.T.T.

C.M. MONTI - S.G. PUPOLIN: *Fast computer calculation of the eye diagram.* (« Alta Frequenza », 1979, vol. XLVIIII, n. 11, da pag. 666 a 674).

The paper deals with the computer evaluation of the familiar eye diagram used as laboratory routine to test intersymbol interference and other possible impairments of a digital signal. A conventional mathematical definition of the eye diagram, which may hold for uncoded as well as coded digital signals is preliminarly given. Thereafter, a fast computational method which is based on the Viterbi algorithm and where the number of operations grows only linearly with the number of interferers is outlined.

G. MARTINELLI - M. SALERNO: *Simplified analysis of passive switched-capacitor circuits* (« Alta Frequenza », 1979, vol. XLVIII, n. 11, da pag. 675 a 680).

The analysis of switched-capacitor networks in the steady-state can be noticeably simplified if the properties of the non-commutated part of the circuit is fully taken into account. This aspect of the problem of analysis is investigated in the paper with particular reference to the case of ladder schemes employing building blocks of similar structure.

C. BECCARI: *Comparison between different transitional filters* (« Alta Frequenza », 1979, vol. XLVIII, n. 11, da pag. 681 a 684).

Different types of transitional filters are compared on the basis of the selectivity vs. bandwidth plot and on the product selectivity bandwidth vs. parameter plot. It turns out that the objective of getting better performances both in the frequency and time domains can be achieved only for small values of the parameter, but the result does not compare favorably with the Chebyshev group delay filter.

B.N. BISWAS - S.K. RAY - M. MUKHOPADHYAY - N.R. SHOME: *Subharmonic entrainment in the presence of an interfering tone* (« Alta Frequenza » n. 1979, vol. XVLIII, n. 11, da pag. 685 a 689).

This paper explains the phenomenon of subharmonic entrainment in simple physical terms. Analytical approach has been developed for evaluating the tracking capability of a subharmonic oscillator when the forcing signal is accompanied by an interfering tone. Experimental results are found to be in good agreement with the theoretical predictions.

Nuovi Prodotti

La ICAR S.p.A. presenta due **nuove serie di condensatori per rifasamento:** BIOriphaso® e BIOfurn®.

I condensatori di queste due nuove serie vengono prodotti con dielettrico misto e sono impregnati con fluido dielettrico BIOIL® che è il sostituto del PCB adottato dalla ICAR. Il BIOIL® è isopropilbifenile additivato, completamente biodegradabile, compatibile con l'ambiente e la sua distruzione non presenta alcun particolare problema.

I condensatori BIOriphaso® vengono utilizzati per il rifasamento industriale a media ed alta tensione, sono in custodia di alluminio ed hanno una potenza massima unitaria di 200 kvar.

I condensatori BIOfurn® vengono impiegati per il rifasamento dei circuiti che alimentano i forni ad induzione. La loro frequenza nominale può essere quindi compresa fra 50 e 24 000 Hz. Per le frequenze superiori questi condensatori sono raffreddati ad acqua, la loro custodia è in rame e possono raggiungere una potenza unitaria di 1 200 kvar.

I condensatori di entrambe le serie BIOriphaso® e BIOfurn® vengono realizzati per qualsiasi valore di tensione nominale e per tutte le condizioni ambientali normali e tropicali previste dalle norme.

Informazioni possono essere chieste all'indirizzo seguente:
ICAR S.p.A. INDUSTRIA CONDENSATORI APPLICAZIONI ELETTRO-ELETTRONICHE - Via Felice Casati n. 44 - 20124 Milano - Tel. 02/661 841 - Telex 321112 ICAR.

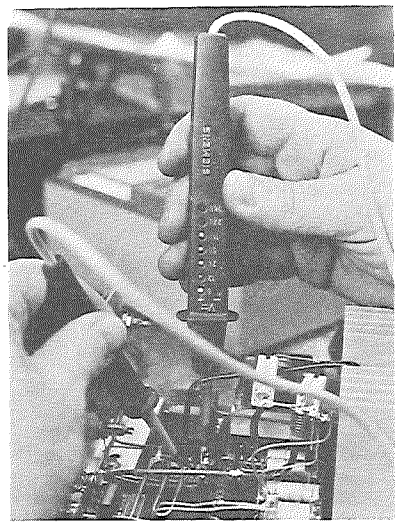
* *

La Siemens presenta un suo **nuovo «prova-tensioni» a diodi luminescenti,** che fornisce indicazioni in sette campi di tensione: ridotta - 6, 12, 24 e 50 V - e di rete - 110, 220 e 380 V -. La tensione rilevata viene indicata dall'accensione dei diodi fino a quello ad essa corrispondente. Poichè lo strumento serve per tensioni sia alternate che continue, un apposito diodo serve per indicare anche la polarità.

Lo strumento, come si vede in figura, ha la struttura di una manopola munita di un puntale e collegato all'altro puntale con un cavetto lungo 60 cm.

Esiste anche una versione atta a rivelare soltanto tensioni di rete, che si vale di lampade a luminescenza.

Il nuovo « prova-tensioni » può misurare anche resistenze fino a 20 kΩ mediante una batteria da 12 V incorporata.

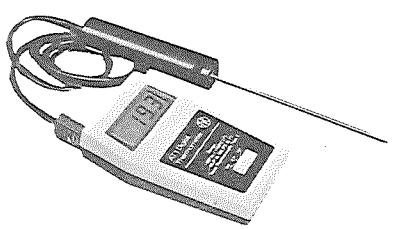


Informazioni possono essere chieste a Siemens-Electra S.p.A. - Servizio Stampa, via Fabio Filzi 29, 20124 Milano - tel. 02-6992.

* *

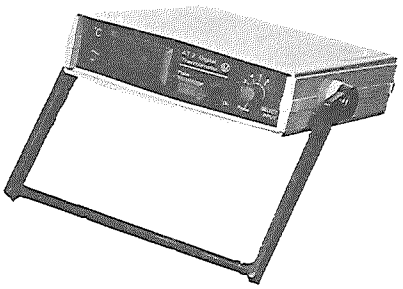
La Casa inglese AVO Limited (Archcliffe Road, Dover, Kent CT17 9EN - England) presenta **due nuovi misuratori di temperatura a termocoppia a indicazione digitale.**

Il primo, **AT1** (fig. 1), è portatile, e funziona con termocoppia NiCr/NiAl, nel campo di temperatura da — 65 °C a + 1 150 °C su due portate, con temperatura ambiente di 0 ÷ 45°C. Le cifre dell'indicatore, a cristalli liquidi, sono alte 12 mm. Sensibilità: 0,1 °C o 1 °C a seconda della portata, scelta mediante pulsanti. Precisione: ± 0,2% della lettura ± 0,5°C sulla portata minore; ± 0,2% della lettura ± 1 cifra, sulla portata maggiore. Compensazione della giunzione fredda mediante termistore di precisione. Impedenza d'entrata 1,5 MΩ. Alimentazione con batteria da 9 V. Dimensioni: 120 x 72 x 30 mm. Peso (batteria inclusa): 150 g.



Il secondo, **AT2** (fig. 2), da banco, ma esso pure portatile, funziona con termocoppie dello stesso tipo NiCr/NiAl, nel campo di misura da — 65 °C a + 1 200 °C, con temperatura ambiente di 0 ÷ 45 °C. Le cifre dell'indicatore, a diodi luminosi, sono alte 14 mm.

Sensibilità: 0,1 °C o 1 °C, con cambio automatico intorno a 190 °C. Precisione ± 0,5 °C ± 0,2% della indicazione. Compensazione della giunzione fredda mediante termistore di precisione.



Sul pannello posteriore sono disponibili attacchi per sei termocoppie, inseribili nel circuito di misura mediante un commutatore posto sul pannello frontale. Sul pannello posteriore vi è pure un attacco per uno strumento registratore.

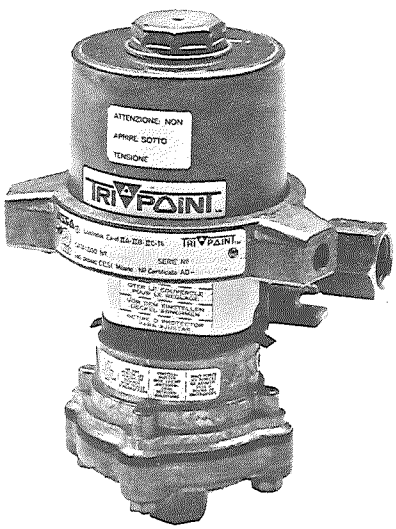
Impedenza d'entrata: 1,5 MΩ. Alimentazione da rete a 240 V (o altra tensione a richiesta), 50 Hz, o da batteria ricaricabile incorporata. Dimensioni: 213 x 73 x 243 mm. Peso: circa 1,15 kg.

Sono disponibili termocoppie di vario tipo per diverse specifiche applicazioni.

Informazioni possono essere chieste all'indirizzo sopra indicato.

* *

La Comark Europe S.A. (chaussée de Charleroi 27, B-1060 Bruxelles) segnala la **serie di pressostati e di termostati antideflagranti** prodotti dalla Ditta ASCO e particolarmente adatti per applicazioni marine (pozzi di estrazione su fondali marini) oltre che per industrie chimiche e di trasformazione.



Le unità antideflagranti hanno un corpo in lega d'alluminio pressofuso priva di rame e sono fornite di un contenitore stagno. Il commutatore e il meccanismo di regolazione antideflagrante si trovano in un sottogruppo autonomo separato. Sono disponibili le seguenti versioni: a differenziale fisso o regolabile, a due stadi, a riarmo manuale.

I trasduttori dei pressostati sono del tipo a pressione unica o a pressione differenziale e funzionano da 30 mbar fino a 400 bar. Pressostati e termostati, a seconda del tipo, resistono a vibrazioni fino a 4 *g*. La ripetibilità per i pressostati a banda fissa è da 0,5% a 2% f.s. e, per i termostati, da 0,5 °C a 2 °C. I termostati hanno sensori che funzionano tra — 51 °C e + 338 °C.

Le parti costitutive degli apparecchi sono largamente intercambiabili e, dalle loro combinazioni, è possibile ottenere più di 2 000 tipi.

Le unità per impieghi marini sono omologate dalle principali autorità navali europee. I certificati relativi alle proprietà antideflagranti sono stati emessi con riferimento alle principali norme europee: per l'Italia, le norme CEI.

La figura mostra appunto un apparecchio provato presso il CESI per la conformità alle Norme CEI.

Informazioni più complete possono essere chieste alla Carlo Gavazzi S.p. A., via G. Ciardi 9, 20148 Milano, telefono 02-4020.

* *

La Vianello S.p.A. (via Tommaso da Cazzaniga 9/6, 20121 Milano, telefono (02) 34 52 071) presenta il **termometro digitale a 4 cifre** mod. 2575 della Casa giapponese YEW. L'apparecchio fornisce direttamente la temperatura nel campo da — 100 °C a 1 700 °C (o nel campo equivalente in °F) e può essere impiegato con i cinque tipi più comuni di termocoppie; esso può anche funzionare come voltmetro a corrente continua con le portate di 20 e di 200 mV.

La scelta delle connessioni ai vari tipi di termocoppie e delle portate voltmetriche è effettuata mediante pulsanti sul pannello frontale.

L'apparecchio è portatile: le sue dimensioni sono 60 x 166 x 207 mm ed il peso è di 1,2 kg. L'alimentazione è da rete o da batteria ricaricabile incorporata da 12 V.

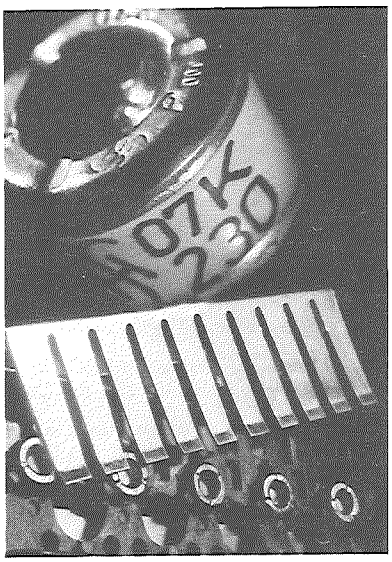
La precisione è di 0,1%.

E' disponibile, come accessorio, un commutatore a pulsante a 30 vie per l'impiego con altrettante termocoppie.

Informazioni più complete possono essere chieste all'indirizzo sopra indicato.

* *

La Siemens presenta i **nuovi varistori SIOV - K07 K230 ad ossido metallico** per la protezione contro le sovratensioni di sistemi di telecomunicazione. Questi varistori sono caratterizzati da tempi di intervento molto brevi, mediamente inferiori a 25 ns. Livello di protezione: 360 V con 1 mA: massima corrente di impulso: 500 A con onda 8/20 µs. Carico costante: 0,2 W.



Forma cilindrica: lunghezza 6 mm, diametro 8 mm.

Questi varistori possono sostituire gli scaricatori a gas nobili, finora generalmente impiegati: la superficie laterale conduttrice facilita la sostituzione.

Informazioni possono essere chieste a: Siemens Elettra S.p.A., Servizio Stampa, via Fabio Filzi 29, 20124 Milano, tel. 02-6992.

* *

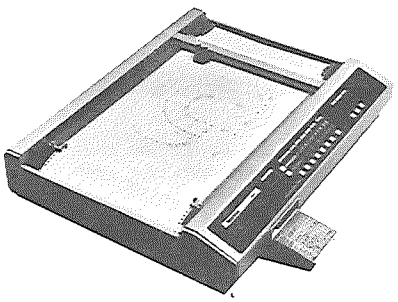
La Motorola S.p.A. (via Ciro Menotti 11, 20129 Milano, tel. 73 82 841, telex 31 207) segnala i **diodi rettificatori TRA 2 500 / TRA 2 510** per correnti di 25 A e tensioni fino a 1 000 V, con temperatura di giunzione di 150 °C, atti a sopportare transitori di corrente fino a 400 A, con temperatura di giunzione di 175 °C.

Questi diodi, contenuti in un « bottone » zigrinato del diametro di mezzo pollice, sono adatti per costituire sistemi di raddrizzamento per correnti medie ed elevate e per abbinamenti con alternatori nelle costruzioni automobilistiche.

* *

La Silverstar (via dei Gracchi 20, 20146 Milano, tel. 02-4996) presenta **Tektronix 4663, un « plotter » di considerevoli prestazioni,** che consente la esecuzione di grafici, anche complessi, in modo completamente automatico.

Una adeguata interfaccia consente il collegamento con la quasi totalità degli elaboratori in commercio. Un microprocessore incorporato regola il sistema di comando che pilota l'equipaggio di scrittura a due penne con velocità di 50 cm/s ed accelerazione di 3 *g*.

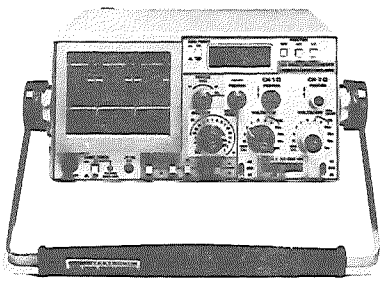


L'apparecchio è dotato di una serie di caratteri alfanumerici di vario tipo e di una memoria locale di circa 6 k bytes.

Le considerevoli possibilità dello strumento possono essere conosciute a fondo chiedendo informazioni a: MARCS, Marketing Creative Service, via P. Rondoni 11, Milano.

* *

La Silvestar (via dei Gracchi 20, 20146 Milano, tel. 02-4996) presenta l'**oscilloscopio Tektronix 305 a doppia traccia con multimetro incorporato,** di dimensioni compatte (11 x 24 x 36 cm) e di peso ridotto (4,8 kg), adatto per eseguire controlli in corso di sopraluoghi anche in condizioni difficili. Rispetto ad altri apparecchi analoghi, questo offre 5 MHz di banda passante.



Il funzionamento è con alimentazione da rete a corrente alternata, o a corrente continua e da batteria incorporata.

Il multimetro è dotato di ricerca automatica della portata.

La comunicazione ricevuta non reca altri dati tecnici: questi, con altre informazioni, possono essere chiesti a: MARCS, Marketing Creative Service, via P. Rondoni 11, Milano.

* *

L'Imperial Chemical Industries Italia S.p.A. (viale Isonzo 25, 20135 Milano, tel. 54 921) segnala l'**impiego del Victrex, polieteresulfone** di sua produzione, **in elementi per circuiti stampati** che possono essere prodotti con tolleranze molto ridotte, possono essere montati insieme mediante adesivo e conservano ottima stabilità dimensionale fino a 180 °C.

Informazioni possono essere chieste all'indirizzo sopra indicato.

Calendario

delle manifestazioni scientifiche e tecniche

Notizie più dettagliate sulle manifestazioni sono contenute su « L'Elettrotecnica » (El.) o su « Alta Frequenza » (A.F.) nel fascicolo indicato. Le manifestazioni contrassegnate con l'asterisco sono state inserite o modificate in questo numero.

30 nov-9 dic. Ginevra. **Salon International des Inventions de Genève.** Informazioni: Camera di Commercio Svizzera in Italia, via Palestro 2, 20121 Milano, tel. 79 44 75.

5—8 dic. Singapore. **ComunicAsia Exhibition and Conference. Informazioni: M. Ashenden, Overseas Exhibition Services Ltd., 11 Manchester Square, London W1M 5AB.**

8—10 dic. Vicenza. **Mostra di Componenti elettronici industriali e di Apparecchiature per Telecomunicazioni.** Organizzazione e informazioni: Ente Fiera-Vicenza, viale degli Scaligeri, 36100 Vicenza, tel. 0444-563 400 (El. 9-1979).

10—14 dic. Bordeaux. Séminaire **Gestion Automatisée de Production.** Organizzazione: GRAI (Groupe de Recherche en Automatisation Intégrée - Université Bordeaux I) e IRIA (Istitut de Recherche d'Informatique). Informazioni: ADERA, Domaine de Villepreux, 33160 Saint-Médard en Jalles (Francia).

10—15 dic. Parigi. **MESUCORA '79 - 68ª Mostra di Fisica - ELEC '79, Mostra internazionale dell'Impianto elettrico.** Informazioni: Service de Presse/SEPIC 40, rue du Colisée, 75381 Paris Cedex 08 (A.F. 3-1979).

10—15 dic. Parigi - Parc des Expositions. **Exposition Internationale de l'Equipement Electrique.** Organizzazione e informazioni: S.D.S.A. (Société pour la Diffusion des Sciences ed des Arts), 20, rue Hamelin, F 75116 Paris.

16—20 dic. Tel-Aviv. **5th World Congress of Engineers and Architects in Israel sul tema « Dialogue in Development - Towards the 21st Century ».** Organizzazione: International Technical Cooperation Centre (ITCC) e Association of Engineers and Architects in Israel (AEAI). Informazioni: ITCC-AEAI, 200 Dizengoff St., Tel-Aviv, P.O.B. 3082 (Israele) (El. 4-1979).

1980

7—10 gen. Berlino. Seminario sul tema: **Computer Cryptography.** Organizzazione: George Washington University, Washington. Informazioni: German Convention Service, Congress Organization, Joachimstaler Strasse 19, D-1000 Berlin 15 (El. 10-1979).

7—11 gen. Berlino. Seminari sui temi:

Fiber and Integrated Optics

ECM and ECCM for Digital Communications (Electronic Countermeasures and Electronic Counter - Countermeasures).

Organizzazione: George Washington University, Washington. Informazioni: German Convention Service, Congress Organization, Joachimstaler Strasse 19, D-1000 Berlin 15 (El. 10-1979).

***14—15 gen.** Milano. **Seminario sul tema: Energy Management.** Organizzazione e informazioni: IDI (Istituto Dirigenti Italiani), via Larga 31, 20122 Milano, tel. 02-809 706.

14—18 gen. Berlino. Seminari sui temi:
Radar Systems and Technology
Intense Charged-Particles Beams
Bubble Domain Memory Technology
Organizzazione: George Washington University, Washington. Informazioni: German Convention Service, Congress Organization, Joachimstaler Strasse 19, D-1000 Berlin 15 (El. 10-1979).

***24—26 gen.** Milano. **XV Giornate dell'Energia nucleare** sul tema: « L'inserimento delle centrali nucleari nel territorio. Organizzazione: FAST, CNEN, ENEL, CISE, FIEN. Informazioni: FAST, piazzale R. Morandi 2, 20121 Milano, tel. 78 30 51.

29 gen.-2 feb. Mexico City. **INTERMEXPO 3 - The 3rd International Conference and Exposition for Manifacturing in Mexico and Latin America.** Organizzazione e informazioni: SME - Society of Manifacturing Engineers, One SME Drive, P.O. Box 930, Dearborn, Michigan 48128, USA (El. 7-1979).

3—6 feb. Sharjah (Arabia Saudita)
2—5 mar. Il Cairo
INTELECT '80 - International Electrical Exposition and Congress. Tema: « Needs of Developing Nations ». Organizzazione: Horizon House International. Informazioni: Ken Sharpe, 25 Victoria Street, London SW1H OEX (El. 9-1979).

4—7 feb. Berlino. Seminario sul tema: **Utilization of the Space Shuttle.** Organizzazione: George Washington University, Washington. Informazioni: German Convention Service, Congress Organization, Joachimstaler Strasse 19, D-1000 Berlin 15 (El. 10-1979).

Calendario

4—7 feb. Berlino. **SYMPHONIE** - International Symposium on Technical and operational results of the German-French telecommunications satellite program. Informazioni. German SYMPHONIE Executive Secretariat, DFVLR, Friedrich Ebert Allee 130, 5300 Bonn 1 (Germania Federale).

5—7 feb. Wiesbaden (Germania Federale). **VT 80 - Salone Internazionale e Congresso sull'assemblaggio industriale.** Informazioni: Delegazione per l'Italia della Technoexpo S.p.A., Casella postale 1536, 16100 Genova.

5—8 feb. Berlino. Seminario sul tema: **Digital Communications Processing and Coding.** Organizzazione: George Washington University, Washington. Informazioni: German Convention Service, Congress Organization, Joachimstaler Strasse 19, D-1000 Berlin 15 (El. 10-1979).

***9—13 feb.** Milano. **INTEL 80 - Esposizione internazionale elettrotecnica ed elettronica.** Organizzazione: ANIE e Federgrossisti di materiale elettrico. Informazioni: Centro Image, Casella postale 148, 20090 Segrate (Milano), tel. (02) 75 30 442/75 31 35 (El. 11-1979).

***11—12 feb.** Milano, Quartiere Fiera. **Giornate di studio sul tema: « Scelta dei componenti negli impianti elettrici B.T..** Organizzazione: AEI-Sezione di Milano, CEI. Informazioni: AEI-Sezione di Milano, piazzale R. Morandi 2, 20121 Milano, tel. 78 49 93.

18—22 feb. Berlino. Seminari sui temi:
Integrated Circuit Engineering
Optical Engineering including Electro-Optics
Organizzazione: George Washington University, Washington. Informazioni: German Convention Service, Congress Organization, Joachimstaler Strasse 19, D-1000 Berlin 15 (El. 10-1979).

19—22 feb. Atlanta (Georgia) **TechEx '80 America**
26—29 feb. Copenhagen **TechEx '80 Europe**
5—7 mar. Singapore **TechEx '80 Asia**
8th annual World Fair for Tecnology Exchange. Organizzazione e informazioni: Dr. Dvorkovitz & Associates, P.O. Box 1748, Ormond Beach, Florida, 32074 USA.

25—29 feb. Birmingham, National Exhibition Centre. **IEA-ELECTREX '80 - International Electrical Exhibition.** Organizzazione: Industrial and Trade Fairs Ltd.; BEAMA (British Electrical and Allied Manufacturers' Association Ltd.) ed altri. Informazioni: Mr Terry Hill, Sales Manager, Industrial and Trade Fairs Ltd.. Radcliffe House, Blenheim Court, Solihull, West Midlands B91 2BG (Inghilterra).

25—29 feb. Berlino. Seminari sui temi:
Applications of Reliability and Risk Analysis, with emphasis on Nuclear Power Plants
Computer Security
Digital Transmission Systems Engineering
Organizzazione: George Washington University, Washington. Informazioni: German Convention Service, Congress Organization, Joachimstaler Strasse 19, D-1000 Berlin 15 (El. 10-1979).

***25—29 feb.** Rotterdam. **Reliability Engineering - Advanced Technology and Industrial Applications** - International CBO-Seminar. Organizzazione e informazioni: CBO Centrum voor Bedrijfsontwikkeling (Management and Technology Systems Centre), Beursgebouw Coolsingel/Meent, P.O. Box 30042, 3001 DA Rotterdam (Paesi Bassi).

26—28 feb. San Diego. **CLEOS, Conference on Lasers and Electro-Optical Systems.** Informazioni: G. Sherman, II-IV Inc., Saxonburg blvd, Saxonburg PA. 16 056 (USA).

26—29 feb. Londra. International Conference **Submarine Telecommunications Systems.** Organizzazione: the Electronics Division of IEE ed altri. Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL (El. 3-1979).

1—6 mar. Milano-Fiera. **7° FLUID COMPOMAC.** - Mostra internazionale di apparecchiature oleoidrauliche e pneumatiche, della lubrificazione e dei componenti di macchine meccanici elettrici ed elettronici. Convegno internazionale sul tema: " Trasmissioni, comandi, azionamenti in condizioni difficili ". Organizzazione: Assofluid ed ETAS Kompass S.p.A.. Informazioni: Segretariato 7ª Fluid Compomac, via Carducci 16, 20123 Milano, tel. 02-80 99 46, telex 33 13 42 ETASKO I FLUID.

2—7 mar. Brighton (Gran Bretagna). **Oceanology International OI.** Esposizione dell'industria « offshore ». In concomitanza: **Conferenza mondiale OI.** Organizzazione e informazioni: BPS Exibitions Ltd., 4 Seaford Court, 220-222 Great Portland Street, London W1N 5HH.

4—6 mar. Zurigo. **International Zürich Seminar on Digital Communications.** Digital Transmission in Wireless Systems. Informazioni: Secretariat 1980 International Zürich Seminar, Miss. D. Hug, Dept. ENF, BBC Brown, Boveri & Company Ltd. CH-5401 Baden Switzerland (El. 2-1979).

5—7 mar. Mannheim. **Hörrundfunk - NTG-Fachtagung.** Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannalle 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

5—7 mar. Milano. **10th ISIR - International Symposium on Industrial Robots - e 5th CIRT - International Conference on Industrial Robot Technology.** Contemporanea **4th Robot Automation,** Mostra-Convegno sul Controllo Numerico, l'Automazione e i Robot industriali. Organizzazione: UCIMU (Unione Costruttori Italiani Macchine Utensili) e SIRI (Società Italiana Robotica Industriale). Informazioni: CEU - Centro Esposizioni UCIMU, via Monte Rosa 21, 20149 Milano, tel. 49 83 151 (El. 12-1978).

7—16 mar. Roma EUR. **27ª Rassegna Internazionale Elettronica, Nucleare ed Aerospaziale.** Organizzazione e informazioni: RIENA, Segreteria Congressi, via Crescenzio 9, 00193 Roma, tel. 656 93 43, telex 611 128.

10—12 mar. Roma EUR. **27° Congresso internazionale per l'Elettronica.** Tema: **Sistemi elettronici per le telemisure e il telerilevamento.** Tavola rotonda: " Sensori nelle applicazioni mediche ". Organizzazione e informazioni: RIENA, Segreteria Congressi, via Crescenzio 9, 00193 Roma, tel. 656 93 43, telex 611 128.

Calendario

10—12 mar. Roma. EUR. **20° Convegno internazionale sullo spazio.** Tema: **Applicazioni del telerilevamento dallo spazio.** Tavola rotonda: " Sistemi di lancio: aspetti tecnici ed economici ". Seminario su: " Problemi di interfaccia fra sistemi spaziali e reti terrestri nelle telecomunicazioni ". Organizzazione e informazioni: RIENA, Segreteria Congressi, via Crescenzio 9, 00193 Roma, tel. 656 93 43, telex. 611 128 (El. 9-1979).

10—12 mar. Berlino. Seminario sul tema: **Analysis of Variance for Data having unequal Numbers of Observations in the Subclasses.** Organizzazione: George Washington University, Washington. Informazioni: German Convention Service, Congress Organization, Joachimstaler Strasse 19, D-1000 Berlin 15 (El. 10-1979).

11—13 mar. Monaco di Baviera. **DAGA-Jahrestagung** der Deutschen Arbeitgemeinschaft für Akustik. Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

10—14 mar. Berlino. Seminari sui temi:
Statistical Methods in Reliability
Digital Signal Processing
Computer Communications System and Networks
Organizzazione: George Washington University, Washington. Informazioni: German Convention Service, Congress Organization, Joachimstaler Strasse 19, D-1000 Berlin 15 (El. 10-1979).

11—13 mar. Zurigo-Oerlikon. **Semicon '80.** Organizzazione: SEMI (Semiconductor Equipment and Materials Institute, Inc. California). Informazioni: SEMICON Europa Secretariat, Uetlibergstrasse 132, 8045 Zurich Postfach (El. 10-1979).

12—13 mar. Hamburg. **Netzbetrieb - ETG-Fachtagung. Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).**

12—14 mar. Versailles. **Colloque international sur Les bases de données réparties.** Organizzazione e informazioni: IRIA - Institut de Recherche d'Informatique et d'Automatique, Domaine de Voluceau, Rocquencourt, B.P. 105, 78150 Le Chesnay (Francia).

19—21 mar. Kiel. **Struktur und Betrieb von Rechensystemen,** GI/NTG Fachtagung. Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

20—21 mar. Bochum. **Symposium Adaptive Systeme.** VDI/VDE (GMR) - Tagung. Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen. Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

24—25 mar. Londra. Conference on **Radio Transmitters and Modulation Techniques.** Organizzazione: the Electronics Division of IEE ed altri. Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL.

24—26 mar. Washington. **7th Energy Technology Conference and Exposition.** Informazioni: Energy Technology Conference, 4733 Bethesda Avenue, Washington, DC 20014.

24—28 mar. **Stuttgart. European Conference on Electrotechnics EUROCON '80 - From Electronics to Microelectronics - Applications and Trends. Organizzazione: EUREL e Regione 8 della IEEE. Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).**

25—27 mar. Brighton. **6th Electro-Optics/Laser International '80,** Convegno e Mostra. Informazioni: Kiver Communications, 171/185 Ewell Road, Surbiton, Surrey KT6 6AX, England.

marzo Stuttgart. **Industrial Design für den Konstrukteur - Tendenzen und Erkenntnisse** VDI/VDE (FWT) - Tagung. Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

27 mar.-2 apr. Parigi. **XXIII Salon des Composants Electroniques '80.** Informazioni: S.D.S.A., Service de Presse, Mr. Jean-Pierre Duclos, 20 rue Hamelin, F 75116 Paris.

31 mar.-2 apr. Brighton. **CAD '80 - 4th International Conference and Exhibition on Computer Design and Engineering.** Informazioni: dr. C. Rawlins, IPC Science & Technical Press Ltd., P.O. Box 63. Westbury House, Bury St., Guildford GU2 5BH (Inghilterra). (A.F. 5-1979).

14—16 apr. Liegi. **Colloque International sur « l'Utilisation rationnelle de l'énergie ».** Organizzazione e informazioni: Association des Ingénieurs Electriciens sortis de l'Institut Electrotechnique Montefiore A.I.M., rue Saint-Gilles 31, B-4000 Liège (Belgio) (El. 4-1979).

***14—18 apr.** Positano. Short Course on **Communication Satellite Antenna Technology.** Organizzazione e informazioni: prof. G. Franceschetti, Istituto Elettrotecnico dell'Università, via Claudio 21, 80125 Napoli, tel. 081-620 575.

15—18 apr. Birmingham, National Exhibition Centre. **COMMUNICATIONS '80 - Communications Equipment and Systems. Conference and Exhibition.** Organizzazione: IEE (Conferenza) e Tony Davies Communications (Esposizione). Informazioni: per la Conferenza: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL; per l'Esposizione: John Wagstaff, Tony Davies Communications, c/o Industrial and Trade Fairs Limited, Radcliffe House, Blenheim Court, Solihull, West Midlands B91 2BG (England) (El. 1-1979; A.F. 2-1979).

16—17 apr. Londra, Bloomsbury Centre. **Peripherals '80, the computer equipment buyer's show.** Organizzazione e informazioni: Iliffe Promotions Ltd., Dorset House, Stamford Street, London SE1 9LU.

16—18 apr. Bad Nauheim. **Magnetische Werkstoffe und Bauelemente in der Nachrichten- und Datentechnik,** Frühjahrstagung der Arbeitsgemeinschaft Magnetismus unter Beteiligung des NTG-FA 2. Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankurt am Main 70 (Germania Federale).

20—24 apr. Padova. **SEP/POLLUTION** - Mostra di mezzi e di apparecchiature per i Servizi Igienici Urbani, la Raccolta e il Trattamento dei Rifiuti e per la Gestione, Distribuzione e Trattamento delle Acque. Organizzazione e informazioni: Ente Autonomo per le Fiere di Padova, via Niccolò Tommaseo 59, 35100 Padova (El. 12-1979).

Calendario

21—25 apr. Székesfehérvàr (Ungheria). **3rd Seminar on Noise Control. Organizzazione e informazioni:** Optical, Acoustical and Filmechanical Society (OPAKFI), Anker köz 1, Budapest H-1061 (Ungheria).

23—25 apr. München. **Richtfunk - NTG-Fachtagung.** Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

28—30 apr. Ecole Centrale de Lyon (Francia). **CONUMEL 80 - Colloque International sur la Commande Numérique des Machines Electriques.** Informazioni: Ecole Centrale de Lyon, Laboratoire d'Electrotechnique, B.P. 163, 69130 Ecully (France) (El. 5-1979).

28 apr.-1 mag. Cleveland (Ohio). **International Tool & Manufacturing Exposition and Conference.** Organizzazione e informazioni: Society of Manufacturing Engineers, SME, One SME Drive, P.O. Box 930, Dearborn, Michigan 48128, USA.

29 apr.-1° mag. Londra. **International Conference on Effective use of electricity in buildings. Organizzazione: the Power Division of the IEE ed altri. Informazioni:** IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL.

***29 apr.-1 mag.** Londra. **The All-Electronics Show,** mostra di prodotti dell'Industria elettronica. Informazioni: Miss Samantha Clarke, Administrative Director, The All-Electronics Show, 34-36 High Street, Saffron Walden, Essex (G.B.).

***1—3 mag.** Las Vegas (USA). **1980 Electronic Distribution Show.** Informazioni: Electronic Industry Show Corp., 222 South Riverside Plaza, Chicago, Illinois USA.

6 mag. Stuttgart. **Durchflussmesstechnik - 50 Jahre Normen und Richtlinien,** VDI/VDE - Tagung (GMR). Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankurt am Main 70 (Germania Federale).

6—8 mag. Parigi. **Micro-Expo 80** Mostra e Convegno sui microprocessori e sui microcalcolatori. Organizzazione e informazioni: SYBEX, 18 rue Planchat 75020 Paris (El. 11-1979).

***6—10 mag.** Parma. **4° Salone della Sub-fornitura.** Organizzazione e informazioni: Ente Autonomo Fiere di Parma, Parco Ducale, 43100 Parma, tel. 052-36 868/9, telex CCIA-PR - I 530259 (El. 12-1979).

***7—9 mag.** Aalborg (Danimarca). **Conference on Low Frequency Noise and Hearing;** Organizzazione: Institute of Acoustic, England; Danish Acoustical Society; IEEE Denmark Section; Aalborg University Centre. Informazioni: Henrik Møller, Institute of Electronic Systems, Aalborg University Centre, Postbox 159, DK-9100 Aalborg, Denmark.

8—9 mag. Darmstadt. **GESA-Symposium der Gemeinschaft Experimentelle Spannungs-analyse.** Informazioni: VDE-VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

9—13 mag. Milano. **TELEMARK '80** - Mostra di impianti e di attrezzature per emittenti televisive e radiofoniche. Organizzazione e informazioni: COMIS, via Boccaccio 7, 20123 Milano, tel. 02-80 92 81, telex 311555 COMIS I.

12—15 mag. data modificata Sirmione (Lago di Garda). **4° Congresso Internazionale della IDHA** (International Disctrict Heating Association) sul tema **Sviluppo dei sistemi di distribuzione e utilizzazione del riscaldamento urbano. Informazioni:** Azienda Servizi Municipalizzati (ASM), via Lamarmora 230, 25100 Brescia, tel. 030-34 05 61, telex 30258 ASMBS. (El. 4-1979).

13—16 mag. Utrecht. **2° Tech-Transfair,** Mostra-convegno sul trasferimento delle Tecnologie. Organizzazione e informazioni: Royal Netherlands Industries Fair, P.O. Box 8500, 3503 RM Utrecht, Holland.

14—15 mag. Milano. **11° Congresso Nazionale della AICQ** sul tema: **La sfida della Qualità negli anni '80.** Organizzazione e informazioni: AICQ (Associazione Italiana per il Controllo della Qualità), piazza Diaz 2, 20123 Milano, tel. 89 22 85 (El. 7-1979).

17—21 mag. Bruxelles. **6° Salon International de l'Equipement des Pouvoirs Pubblics et de l'Environnement.** Organizzazione e informazioni: Foire Internationale de Bruxelles, Parc des Expositions, B 1020 Bruxelles (Belgio).

17—21 mag. Bruxelles. **Salon International de l'Equipement industriel.** Organizzazione e informazioni: Foire Internationale de Bruxelles, Parc des Expositions, B 1020 Bruxelles (Belgio).

19—23 mag. Bruxelles. **Salon International des Travaux en Souterrain.** Organizzazione e informazioni: Foire Internationale de Bruxelles, Parc des Expositions, B 1020 Bruxelles (Belgio).

19—23 mag. Rio de Janeiro. **INTELCOM '80 - International Telecommunication Exposition & Conference.** Tema della Conferenza: « International Telecommunications - Progress on a Global Scale ». Organizzazione: Horizon House International. Informazioni: Ken Sharpe, 25 Victoria Street, London SW1H OEX (El. 9-1979).

***20—23 mag.** Lussemburgo. **First European Community Conference on Radioactive Waste Management and Disposal.** Organizzazione: C.E.E.. Informazioni: Mr. R. Simon, Commission of the European Communities Directorate General for Research, Science and Education 200 rue de la Loi, B-1049 Brussels (Belgio).

21—23 mag. Garmisch-Partenkirchen. **Fortschritte au dem Gebiet der Elektronenröhren und Bauelemente verwandter Technologien,** NTG-Fachtagung. Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

***23 mag.-1 giu.** Padova. **58ª Fiera Campionaria Internazionale.** Organizzazione e informazioni: Ente Autonomo per le Fiere di Padova, via Niccolò Tommaseo 59, 35100 Padova, tel. 38 620, telex 43 00 51 (fier-pd) (El. 12-1979).

Calendario

10—12 giu. Londra. 2nd International Conference on **Developments in Power-System Protection.** Organizzazione: The Power Division of the IEE, IEEE U.K. and Ireland Section, the Institute of Matematics and its Applications. Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL.

10—12 giu. Garmisch-Partenkirchen. **5. Telemetrie-Konferenz.** Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

19—22 giu. Genova. **3ª Mostra Convegno sull'Energia solare ed il razionale uso dell'energia.** Informazioni: Fiera di Genova, piazzale J.F. Kennedy, 16129 Genova, tel. 010-595 651/595 671, telex 271424 Fierge.

23—25 giu. Boston. **11th Quantum Electronics Conference.** Informazioni: S. Cooper, Courtesy Ass., 1629 K St., Suite 700, Washington, DC 20006.

23—27 giu. Braunschweig (Germania Federale). **CPEM '80 - Conference on Precision Electromagnetic Measurements.** Organizzazione: Physikalisch-Technische Bundesanstalt. Informazioni: Prof. Dr. H. Cappuller, CPEM '80 Technical Program Chairman, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, D-3300 Braunschweig (Germania Federale) (El. 2-1979).

23—27 giu. Birmingham, National Exhibition Centre. **EUROCHEM '80 - International Chemical and Process Engineering Show + Conference.** Organizzazione e informazioni: Clapp and Poliak Europe Ltd., 232 Acton Lane, London W4 5DL.

24—26 giu. Londra. International Conference on **Power System Monitoring and Control.** Organizzazione: the Power Division of the IEE, IEEE U.K. and Ireland Section. Informazioni: the IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL.

25—27 giu. Toulouse. **2ème Symposium « Grands Systèmes: Théorie et Applications ».** Organizzazione: AFCET (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique). Informazioni: Secrétariat du Symposium IFAC, AFCET, Boulevard Péreire 156, 75017 Paris.

25—27 giu. Bari. **3ª Riunione Nazionale di Elettromagnetismo Applicato,** con Tavola rotonda sul tema: « Didattica e ricerca in Elettromagnetismo nell'Università italiana ». Informazioni: Comitato organizzatore 3ª Riunione Nazionale di Elettromagnetismo Applicato, Istituto Elettrotecnico, Facoltà di Ingegneria, via Re David 200, 70125 Bari, tel. 080-22 80 40.

25—27 giu. Genova. **Symposium on Ship Steering Automatic Control.** Organizzazione e informazioni: Istituto Internazionale delle Comunicazioni (I.I.C.), via Pertinace 18, villa Piaggio, 16125 Genova, tel. 29 46 83.

***27—28 giu.** Montpellier (Francia). IFAC Workshop on **Neural Control System for Human Motion.** Organizzazione: IFAC (International Federation of Automatic Control) e AFCET (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique). Informazioni: Prof. Pierre Rabischong (IFAC Workshop), Unité 103 de Recherches Biomécaniques INSERM, Avenue des Moulins, 34000 Montpellier (France).

7—9 lug. **Londra. International Conference on Radio Spectrum Conservation Techniques.** Organizzazione: The Electronics Division of IEE. Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL.

***7—18 lug.** Université Catholique de Louvain. **NATO Advanced Study Institute on « Design Methodologies for VLSI Circuits ».** Informazioni: Prof. P. Jespers, Bâtiment Maxwell, 1348 Louvain-la-Neuve (Belgium).

9—16 lug. Sydney. **10th International Congress on Acoustic.** Organizzazione: the Australian Acoustical Society. Informazioni: 10 ICA Congress Secretariat, GPO Box 2609, Sydney NSW Australia 2001.

***21 lug.-1 ago.** SOGESTA-Urbino. **NATO Advanced Study Institute on Computer Design Aids for VLSI Circuits.** Informazioni: prof. P. Antognetti, Istituto di Elettrotecnica, viale Causa 13, 16145 Genova (El. 12-1979).

26—29 ago. Monaco di Baviera. **Electromagnetic Waves, 10th U.R.S.I.: Symposium on Electromagnetic Theory.** Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

***27 ago-4 set.** Parigi. **CIGRE - Conference Internationale des Grands Réseaux Electriques.** Informazioni: CIGRE, 112 Boulevard Haussmann, 75008 Paris; oppure: Comitato Italiano per la CIGRE, presso CEI, viale Monza 259, 20126 Milano, tel. 25 50 641.

8—11 set. Edinburgh. **6th International Conference on Gas Discharges and their Applications.** Organizzazione: Science, Education & Management Division of the IEE. Informazioni: the Conference Department of the IEE, Savoy Place, London WC2R OBL.

15—18 set. York (Inghilterra). **European Solid State Device Research Conference - ESSDERC. Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).**

15—19 set. **München. International Symposium on Subscriber Loops and Services - ISSLS.** Informazioni: VDE · Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

***16—18 set.** York (Inghilterra). **6th European Conference on Optical Communication - ECOC.** Organizzazione: the Electronics Division of the IEE ed altri. Informazioni: Conference Department of the IEE, Savoy Place, London WC2R OBL (El. 12-1979).

16—18 set. Londra. **EUROMICRO '80 - 6th Symposium on Microprocessing and Microprogramming.** Informazioni: prof. M. Sami o prof. L. Mezzalira, Istituto di Elettronica, Politecnico, piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano, tel. 02-236 72 41 (A.F. 5-1979).

16—18 set. Budapest. **9th IMEKO - Symposium Photon-Detectors.** Informazioni: prof. Giuseppe Zingales, Istituto di Elettrotecnica e di Elettronica, Università, via Gradenigo 6a, 35100 Padova, tel. 049-65 78 44.

Calendario

16—19 set. Losanna. **EUSIPCO-80** - First European Signal Processing Conference. Organizzazione: EURASIP (European Association for Signal Processing). Informazioni: Mrs. Stehlé, EUSIPCO-80, Dept. of Electrical Engineering, Swiss Federal Institute of Technology, 16 Chemin de Bellerive, CH-1007 Lausanne (Svizzera) (El. 9-1979).

17—19 set. Wroclaw (Polonia). **E.M.C. '80 - V International Symposium on Electromagnetic Compatibility.** Organizzazione e informazioni: Institute of Telecommunication and Acoustic of Wroclaw Technical University, Wroclaw (Polonia).

20—24 set. Località da precisare. **8th International Broadcasting Convention.** Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL.

23—24 set. Dortmund. VDE-Fachtagung. **Sicherheitsgerechtes Verhalten - Ein Beitrag zur Bekämpfung elektrischer Unfälle.** Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

***29 set.-2 ott.** Budapest. **Microprocessors and allied Techniques in Measurement and Instrumentation Education.** Colloquium of the IMEKO Technical Committee on Higher Education - TC1. Moduli di iscrizione e informazioni: prof. Giuseppe Zingales, Istituto di Elettrotecnica e di Elettronica, via Gradenigo 6/a, 35100 Padova, tel. 049-65 78 44 (El. 12-1979).

30 set.-2 ott. Vienna. **6e Colloque international de la Sécurité Sociale, AISS: Champs électriques et magnétiques, arcs électriques et électricité atmospherique - effets, dangers et mesures de protection.** Informazioni: Secrétariat du Comité de l'AISS, Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik, Oberländer Ufer 130, D-5000 Köln 51.

30 set.-3 ott. **Stuttgart. Text- und Bildkommunikation - NTG-Fachtagung. Informazioni: VDE-Zentralstelle, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).**

settembre **Località da precisare. European Microwave Conference - EuMC - Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).**

settembre **Località da precisare. European Solid State Circuits Conference - ESSCIRC. Informazioni: VDE-Zentrastelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).**

2—4 ott. Berlino. **Messtechnik in der optischen Nachrichtentechnik,** NTG Fachtagung. Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankurt am Main 70 (Germania Federale).

6—8 ott. **Berlino. VDE-Kongress '80. Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).**

6—9 ott. Tokyo e 14-17 ott., Melbourne. **8th World Computer Congress - IFIP Congress '80.** Organizzazione: IFIP (International Federation for Information Processing). Informazioni: Secrétariat du Comité Français IFIP 80, Service des Relations Extérieures, IRIA - Domaine de Voluceau, Rocquencourt, 78150 Le Chesnay (France) (El. 5-1979).

9—15 ott. **Düsseldorf. INTERKAMA. Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).**

10—13 ott. **Monaco di Baviera. DAGA '80. Organizzazione: DAGA (Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Akustik). Informazioni: Prof. D. E. Zwicker, Lehrstuhl für Elektroakustik der Technischen Universität, Arcisstrasse 21, D-8000 München 2.**

***13—17 ott.** Amsterdam. **2nd International Conference of Scientific Editors.** Organizzazione: Elsevier e Federazione Europea delle Assocazioni Editori Scientifici. Informazioni: H. Tombal, Elsevier, P.O. Box 330, 1000 AH, Amsterdam.

14—17 ott. Düsseldorf. **6th IFAC/IFIP International Conference on Digital Computer. Applications to Process Control.** Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

20—24 ott. Cannes. **IX Congresso Internazionale di Elettrotermia.** Informazioni: Commissione Italiana per l'Elettrotermia - CEI - Viale Monza 259, 20126 Milano, tel. 2550641 (El. 5-1979).

28—30 ott. Località da precisare. **TESTMEX 80 - Electronic Test and Measuring Instrumentation.** Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL.

6—12 nov. **Monaco di Baviera. Electronica '80 - Salone internazionale per componenti e sottoinsiemi elettronici. Organizzazione e informazioni: Münchener Messe- und Ausstellungsgesellschaft mbH, Messgelände, Postfach 121009, D-8000 München 12 (Germania Federale).**

29 ott.-1 nov. Detroit. **AUTOFACT II** - Automated, Integrated Factory Exposition. Organizzazione e informazioni: Society of Manufacturing Engineers, SME, One SME Drive, P.O. Box 930, Dearbrn, Michigan 48128, USA.

6—12 nov. München. **9 Internationaler Kongress Mikroelektronik. Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).**

***17—20 nov.** Londra. IMEKO/FAC International Symposium on **Application of Microprocessors in Devices for Instrumentation and Automatic Control.** Moduli d'iscrizione e informazioni: prof. Giuseppe Zingales, Istituto di Elettrotecnica e di Elettronica, via Gradenigo 6/a, 35100 Padova, tel. 049-65 78 44 (El. 12 - 1979).

8—10 dic.	Miami (Florida). **INTER-NOISE 80.** Organizzazione: Institute of Noise Control Engineering. Informazioni: INTER-NOISE 80, P.O. Box 3469, Arlington Branch, Poughkeepsie, NY 12603, USA.
1981	
*2—5 feb.	Bahrain Exhibition Centre. **MECOM 81 - the Second Middle East Electronic Communications Show and Conference.** Organizzazioine: Bahrain Ministry of Communications and Transport; Arabia Exibition Management Ltd. Informazioni: John Phillips, Arabian Exhibition Management, 11 Manchester Square, London W1M 5AB; oppure: Stefan Kemball, Arabian Exhibition Management, Bahrain Exhibition Centre, PO Box 20200, Bahrain (El. 12-1979).
marzo	Genova. **Fifth International Conference on Digital Satellite Communications.** Organizzazione: Istituto Internazionale delle Comunicazioni (ICC) e Società Telespazio. Informazioni: IIC, via Pertinace 18, villa Piaggio, 16125 Genova, tel. 29 46 83 (El. 7-1979).
primavera	Freiburg. **Leittechnik in Kraftwerken, ETG-Fachtagung.** Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).
aprile	Berlino. **DAGA-Jahrestagung der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Akustik.** Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).
aprile	Baden-Baden. **Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der Werkstoffe in der Elektrischen Energietechnik,** ETG-Fachtagung. Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt al Main 70 (Germania Federale).
1—5 giu.	Brighton. **CIRED 1981.** Informazioni: Comitato Italiano della CIRED, viale Monza, 259, 20126 Milano, tel. 25 50 6 41 (El. 10-1979).
13—15 mag.	Nürnberg. **Technische Zuverlässigkeit,** Gemeinschaftstagung. Informazoni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).
24—28 ago.	Kyoto (Giappone). **VIII IFAC Congress Control Technology toward the Progress of Society.** Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).
16—18 set.	Monaco di Baviera. **First European Display Research Conference.** Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).
*24—28 ott.	Torino Esposizioni. **SUPERFICI, 3ª Mostra internazionale sul trattamento delle superfici.** Organizzazione: Torino Esposizioni, UCIF (Unione dei Costruttori di Impianti di Finitura), ANIMA (Associazione Nazionale dell'Industria Meccanica, Varia ed Affine), AMMA (Associazione degli Industriali Metallurgici, Meccanici ed Affini). Informazioni: SUPERFICI, Torino Esposizioni S.p.A., Corso Massimo d'Azeglio 15, 10126 Torino, tel. 6569, telex Toexpo 221492.
*26—30 nov.	Liegi. **Journées Internationales d'Etude des Centrales Electriques Modernes.** Organizzazione: AIM (Association des Ingénieurs Electriciens sortis de l'Institut Electrotechnique Montefiore). Informazioni: Secrétariat de l'AIM, rue St-Gilles 31, B-4000 Liège (Belgio) (El. 12-1979).
1984	
maggio	Firenze. **Simposio Internazionale di Commutazione.** Organizzazione STET e altri. Informazioni: ing. Marino Benedetti, Condirettore Centrale della STET, via Aniene 31, 00198 Roma (El. 7-1979).

L'ELETTROTECNICA

RIVISTA GENERALE DI ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA
ATTI DELLA AEI E DEL CEI

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA ITALIANA
SOTTO GLI AUSPICI DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

PARTE SECONDA

Reti equivalenti di trasformatori a piú avvolgimenti

Antonio Bossi, Giulio Caprio
ENEL CREL

Sergio Crepaz, Mario Ubaldini
ISTITUTO DI ELETTROTECNICA INDUSTRIALE, POLITECNICO DI MILANO

Giancarlo Pescú
OEL S.p.A., LEGNANO

Sommario. L'articolo prende in considerazione la determinazione della rete equivalente di trasformatori monofasi con avvolgimenti ripartiti in due gruppi radiali uguali e sovrapposti assialmente. Questo tipo di trasformatori particolari trova impiego in centrali, stazioni di distribuzione e negli impianti di conversione. La rete equivalente di trasformatori da 2+2 avvolgimenti fino a 5+5 avvolgimenti è ottenuta con i metodi descritti nella prima parte dell'articolo; un secondo metodo esclusivamente matematico è pure esposto, in modo da verificare le approssimazioni intrinseche dell'approccio circuitale. Per tutte le configurazioni sono riportati numerosi risultati sperimentali.

1. PREMESSA

Nella prima parte di questo lavoro è stato preso in esame e risolto il problema della determinazione della rete equivalente di un trasformatore monofase con un numero qualunque n di avvolgimenti disposti radialmente attorno alle colonne.

Naturalmente le considerazioni teoriche sono state accompagnate da verifiche sperimentali, ma, data la relativa semplicità della materia e l'esistenza nei casi più semplici di reti equivalenti di altro tipo, è stato reputato sufficiente il confronto tra i risultati del calcolo e delle misure eseguite su un grosso modello predisposto appositamente.

Inoltre la possibilità di rappresentare un trasformatore a n avvolgimenti tramite una rete poligonale completa - o meglio tramite un sistema di n equazioni - è stata semplicemente sfiorata, e solo per mettere in evidenza la diversità dei due approcci e certi vantaggi intrinseci del sistema fisico di determinazione delle reti equivalenti.

In questa seconda parte si vuole affrontare un problema molto più complesso, e cioè quello della determinazione delle reattanze serie e della ripartizione delle correnti in un trasformatore monofase con avvolgimenti distribuiti sia in direzione radiale, sia in direzione assiale, e eventualmente collegati tra loro in qualsiasi modo.

Si osservi subito che è stato posto un accento particolare sull'obbiettivo da raggiungere piuttosto che sul mezzo per conseguirlo, e questo perchè, come si vedrà più avanti, per lo studio stesso sono stati messi a punto due metodi diversi, ciascuno dei quali dotato di particolari caratteristiche.

Per chiarire meglio quali tipi di trasformatori siano oggetto di questo studio, che peraltro offre dei sistemi di soluzione versatili e generali, precisiamo che verranno studiati in dettaglio i trasformatori con avvoglimenti distribuiti in due gruppi uguali ma posti l'uno sopra l'altro (correntemente detti "a due piani") come quelli che vengono impiegati in certe macchine per trasmissione dell'energia o per la conversione c.a. - c.c. (fig. 1.1)

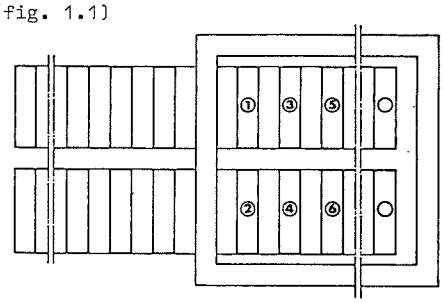


Fig. 1.1 Rappresentazione schematica di un trasformatore a "2 piani" a n+n avvolgimenti. La numerazione delle bobine permette di distinguere un piano "dispari" (superiore) ed un piano "pari" (inferiore)

Vediamo ora di chiarire il metodo di studio che si intende seguire.

Sulla scorta di quanto esposto nella prima parte di questo lavoro è facile immaginare di applicare i metodi descritti in quella sede alla determinazione delle reti equivalenti di trasformatori a forze magnetomotrici a distribuzione assiale e radiale combinate. Si pone a questo punto il problema della valutazione della validità delle numero-

La ricerca è stata condotta in collaborazione tra:

Centro Ricerche Elettriche dell'E.N.E.L.;
Centro Ricerche e Sviluppo dell'OEL S.p.A. Officine Elettromeccaniche Lombarde - Legnano;
Istituto di Elettrotecnica Industriale del Politecnico di Milano.

se reti che possono essere identificate e che derivano da differenti schematizzazioni dei tubi di flusso a concatenamento totale.

Il semplice confronto su un modello della corrispondenza tra misure e calcolo, esattamente come è stato fatto nella precedente parte di questo lavoro, non è stato considerato sufficiente, e questo per non correre il rischio di attribuire alla rete adottata errori derivanti invece dalle misure.

Si è perciò preferito seguire contemporaneamente i due possibili metodi di controllo, ossia l'approccio analitico tramite la rete poligonale completa, e quello fisico, tramite le reti equivalenti a numero di elementi circuitali ridotto.

In entrambi i casi il punto di partenza è la conoscenza delle reattanze binarie tra tutte le coppie di avvolgimenti del trasformatore in studio.

L'applicazione del metodo analitico illustrato al punto 2) conduce a risultati che sono da considerarsi esatti, ossia perfettamente congruenti con i dati di ingresso.

L'approccio tramite reti equivalenti è concettualmente più complesso. Infatti viene dapprima identificata, in base alle considerazioni fatte nella prima parte di questo lavoro, una possibile rete equivalente. Nota questa, e in base alle reattanze binarie, si determinano ora i valori dei vari parametri della rete.

Questa operazione determina due diverse specie di errori.

In primo luogo le reti equivalenti hanno un minor numero di elementi circuitali di quelli della rete poligonale completa, che corrispondono al numero di prove di corto circuito binario che possono essere effettuate. Di conseguenza dovendosi determinare un numero di parametri inferiore a $\frac{n(n-1)}{2}$ c'è una perdita di informazione in quanto alcune misure vanno scartate, o quanto meno non tutte concorrono con ugual peso.

In secondo luogo c'è l'approssimazione intrinseca della rete, ossia la misura della sua reale aderenza alla realtà fisica, che è per l'appunto l'incognita da determinare con le misure.

Identificata come che sia la rete con i vari valori dei parametri si effettuano ora, tramite trasformatori ideali, i collegamenti corrispondenti alle condizioni al contorno e la rete viene risolta per via analitica.

A questo punto sono disponibili per un confronto tre serie di dati, tutti riferentisi alla medesima situazione circuitale del trasformatore in studio :

1. le misure sperimentali;
2. i calcoli ottenuti col metodo analitico;
3. I calcoli basati sulla rete fisica.

Se ora le differenze tra misure e calcoli analitici e quelle tra le misure e calcoli eseguiti sulla rete di derivazione fisica in esame sono sostanzialmente identiche se ne può concludere che la rete sia accettabile; in caso contrario il procedimento va ripetuto con una rete di struttura diversa e corrispondente a differenti concatenamenti.

In sostanza si è cercato un metodo di verifica della aderenza delle varie reti equivalenti che possono essere tracciate, più rigoroso di quello semplicemente sperimentale adottato nella prima parte del lavoro; si è visto a questo punto che l'uso della rete poligonale completa, o meglio lo approccio analitico del problema, era stato scarsamente investigato in passato.

Di conseguenza è stato chiarito e reso accessibile lo studio per via puramente analitica di un trasformatore a n avvolgimenti, che si presta assai bene ad una soluzione automatica mediante elaboratore.

In conclusione la necessità di disporre di un mezzo affidabile di verifica delle reti equivalenti ottenute per derivazione della struttura fisica del trasformatore ha condotto alla messa a punto di due sistemi alternativi di cui il primo, quello puramente analitico, era intrinsecamente noto ma non era stato in pratica valorizzato, ed il secondo del tutto nuovo.

Va da sè che ciascuno di questi due metodi ha proprie caratteristiche, in un certo senso complementari; nella conclusione di questo lavoro tenteremo un bilancio sulle loro applicabilità.

2. STUDIO DI UN TRASFORMATORE A MOLTI AVVOLGIMENTI CON IL CIRCUITO EQUIVALENTE CLASSICO E CON IL METODO DI RISOLUZIONE ANALITICO

Al fine di determinare la distribuzione delle correnti e delle tensioni in un trasformatore a molti avvolgimenti in condizioni di carico e in particolare di corto circuito si può fare riferimento allo schema classico riportato in fig.2.1. Detto n il numero degli avvolgimenti (n=4 in fig. 2.1) si realizza un poligono completo (diagonali incluse) ad n vertici fra loro connessi a due a due in tutti i modi possibili da impedenze (o ammettenze) che in totale assumano dunque a $\frac{n(n-1)}{2}$ numero che è pari a quello delle diverse possibili prove di corto circuito binario.

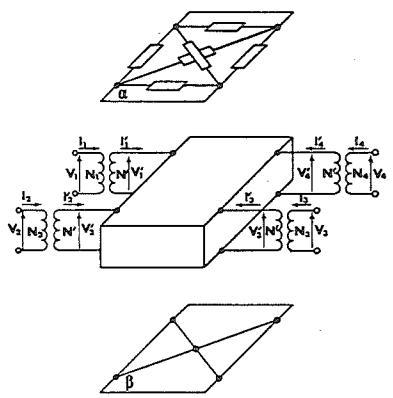


Fig. 2.1 Rappresentazione grafica dell'accoppiamento di un numero generico n (4 nella figura) di bobine isolate tra loro. Congloba i due elementi della teoria tradizionale, e cioè la rete poligonale completa di diagonali ed i trasformatori ideali.

Alla rete di impedenze sono connessi n trasformatori ideali ai cui morsetti primari appaiono le tensioni e le correnti degli avvolgimenti della macchina in esame.

Per garantire l'equivalenza fra quest'ultima e la rete proposta le impedenze dello schema devono essere determinate in modo tale che siano rispettati i valori delle impedenze binarie di corto circuito.

Il procedimento indicato dalla bibliografia [1] per ottenere questo risultato è generalizzabile per numero di avvolgimenti n qualsivoglia. Esso si basa sulla costruzione di una matrice quadrata di (n-1). (n-1) elementi, che sono funzioni lineari delle impedenze binarie assegnate di corto circuito. Deve poi essere calcolata la matrice inversa, i cui elementi permettono infine di determinare, con relazioni lineari, le ammettenze della rete equivalente.

Noti i parametri della rete e stabilite le condizioni al contorno (connessioni fra i vari avvolgimenti, alimentazione e corto circuito), si deve procedere alla risoluzione del circuito. Per questo ultimo passo non è possibile ridurre la struttura con le regole del "serie" e "parallelo"; trattandosi infatti di una maglia poligonale, completa di diagonali, è necessario ricorrere alle leggi generali dei nodi e delle maglie.

Quanto esposto in modo succinto evidenzia che il calcolo diventa decisamente pesante col crescere del numero di avvolgimenti n. Proprio per questo motivo nel passato l'impostazione suddetta è stata scarsamente applicata. Anzi, nonostante essa abbia il vantaggio di essere del tutto generale sono state escogitate soluzioni circuitali particolari per n=4 (rete di Starr)[2] e n=5 (rete di Aicher) [3] al solo scopo di rendere più semplice e la determinazione dei parametri di rete e la sua risoluzione per assegnate condizioni al contorno.

Il metodo di risoluzione che qui si propone, pur traendo origine dall'impostazione generale suddetta, se ne differenzia perchè è di tipo esclusivamente analitico.

Infatti non si esplicita in forma circuitale la rete che interconnette i secondari dei trasformatori ideali, ma ci si limita ad esprimere in forma analitica i vincoli che legano fra loro le grandezze elettriche (tensioni e correnti) ai morsetti dei trasformatori ideali affinchè siano rispettati i valori imposti delle tensioni binarie di corto circuito.

La rete di impedenze quindi non viene nè precisata nè calcolata.

Tuttavia si presuppone implicitamente che :
- essa sia passiva e a parametri costanti;
- non esistano rami in parallelo ai secondari dei trasformatori ideali tra i piani α e β di fig. 2.1.

Con queste premesse le condizioni di vincolo sopra accennate si traducono in un sistema lineare di n equazioni nelle 2n incognite V_i, I_i con i = 1÷n, essendo n il numero di avvolgimenti della macchina e V_i I_i rispettivamente la tensione e la corrente ai morsetti del generico avvolgimento i^{mo}.

Per risolvere il sistema devono essere aggiunte altre n equazioni che sono dettate dalle condizioni al contorno di volta in volta specificate.

Si rimanda all'appendice per lo sviluppo dettagliato delle formule e alla parte finale di questo paragrafo per alcuni cenni in merito a un programma di calcolo automatico approntato su questa base.

Ora qualche osservazione è formulata circa le ipotesi che sono all'origine del metodo e ne definiscono i limiti di impiego.

L'impostazione non richiede e non fornisce alcuna informazione sulla fisica dei fenomeni in relazione alle caratteristiche costruttive della macchina in esame. L'ipotesi di base sottintesa è che sia applicabile il principio di sovrapposizione degli effetti e che la permeabilità magnetica del circuito principale di ferro sia infinita.

Pertanto i fenomeni in cui la somma delle f.m.m. degli avvolgimenti non possa essere ritenuta trascurabile non devono essere affrontati con questo mezzo di calcolo.

Un esempio tipico di questi casi si ha quando il nucleo magnetico, o parte di esso, è portato in saturazione, come nei transistori di inserzione conseguenti a lancio di tensione a vuoto.

A proposito dei dati di ingresso si fa presente che le impedenze binarie assegnate hanno una componente reattiva, per cui valgono le limitazioni sopra accennate, e una componente resistiva per cui vengono esposte le considerazioni seguenti.

Bisogna distinguere il contributo dissipativo dovuto alle perdite ohmiche da quello imputabile alle perdite addizionali.

Il principio di sovrapposizione degli effetti, applicato al fine di determinare la distribuzione delle correnti nei vari avvolgimenti, richiederebbe la presenza di resistenze esclusivamente ohmiche; le addizionali infatti, per loro natura, non ammettono l'applicazione di tale principio.

Tuttavia per i trasformatori di potenza, come noto, si può in molti casi trascurare il termine dissipativo rispetto a quello conservativo, cosicchè le impedenze binarie di ingresso potrebbero essere ridotte a pure reattanze.

Peraltro, quando si ravvisi la necessità di non operare questa semplificazione, il problema può essere comunque risolto in linea di principio per approssimazioni successive, abbinando all'algoritmo di calcolo qui proposto lo studio del campo di dispersione sulla base della geometria della macchina e della distribuzione delle correnti.

Per una data condizione di funzionamento una prima determinazione della distribuzione delle correnti nei vari avvolgimenti permetterà di studiare il campo e di calcolare quindi le conseguenti perdite addizionali.

Ritoccato poi il valore delle resistenze in base a questo primo risùltato, si può procedere per iterazioni sino al grado di approssimazione richiesto.

Si fa ora un breve cenno allo strumento di lavoro impiegato per eseguire i calcolo col metodo di risoluzione analitico sopra illustrato.

E' stato approntato un programma di calcolo automatico per trasformatori fino a 15 avvolgimenti per colonna; i dati di ingresso sono :
- numero degli avvolgimenti;
- tensioni nominali degli avvolgimenti;
- valore della f.e.m./spira;
- potenza base cui sono riferite le impedenze binarie di corto circuito;
- impedenze binarie di corto circuito in % espresse in forma complessa (parte reale e parte immaginaria);
- condizioni di contorno: collegamenti realizzati fra i vari avvolgimenti; condizioni di alimentazione e condizioni di carico o di corto circuito.

Il programma di calcolo predispone, ordina ed elabora il sistema risolutivo di equazioni lineari illustrato in appendice.

I risultati dell'elaborazione sono i valori di tensione, corrente e f.m.m. espressi in forma vettoriale di tutti gli avvolgimenti della macchina nelle condizioni di esercizio esaminate.

3 - TRASFORMATORI A DUE PIANI A 2+2 AVVOLGIMENTI

Procediamo ora alla determinazione della rete equivalente di un trasformatore a due piani con 2 avvolgimenti per piano, che rappresenta la versione più semplice delle macchine a due piani.

Allo scopo di mostrare in pratica come procedono simultaneamente le determinazioni di possibili reti e le relative verifiche, partiamo da configurazioni semplici per poi passare ad altre più complesse e di maggiore affidamento (fig. 3.1).

3.1 Schematizzazione con due soli tubi di flusso di dispersione

Se si conviene di non tracciare i tubi di flusso di dispersione che sono concatenati esclusivamente con i vari avvolgimenti e che rendono ragione dei concatenamenti parziali, esattamente come

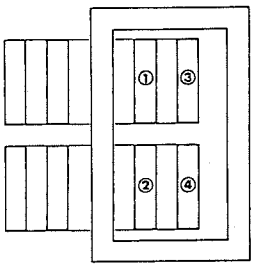


Fig. 3.1 Rappresentazione schematica di un trasformatore a 2 piani a 2+2 avvolgimenti.

è stato già fatto, la più semplice schematizzazione di un trasformatore a due piani con 2+2 avvolgimenti è quella di fig. 3.1.1a. Ciascun tubo di flusso disperso parte da un punto dei gioghi (β,γ) e si richiude a metà delle colonne avvolte in α. I passaggi che portano alla rete equivalente sono in perfetta analogia a quanto fatto per i trasformatori normali, con distribuzione solo radiale delle forze magnetomotrici, e sono i seguenti :

1) Tracciamento della rete magnetica a costanti concentrate e della corrispondente rete elettrica, che ne è la duale (fig. 3.1.1b).

2) Tracciamento della rete equivalente completa (fig. 3.1.1c), in cui compaiono, secondo la simbologia pure adottata in precedenza, induttanze di diversa natura e cioè :
   - rappresentative di tubi di flussi di dispersione a concatenamento totale (bianche);
   - rappresentative di tubi di flusso di dispersione a concatenamento parziale (tratteggiate);
   - rappresentative di tubi di flusso che percorrono il nucleo e quindi affette da saturazione (nere).

3) Tracciamento della rete valida solo in corto circuito (e in minor misura a carico) e cioè in cui sono stati omessi i rami derivati, ossia trascurate le f.m.m. di magnetizzazione (fig. 3.1.1d).

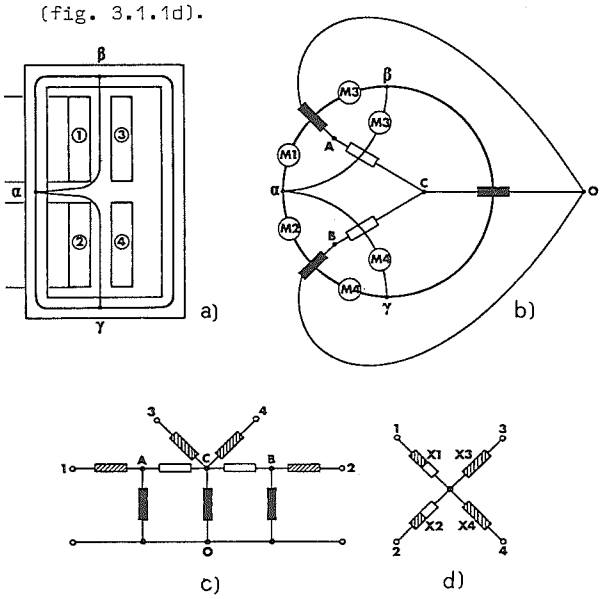


Fig. 3.1.1 Determinazione della rete equivalente di un trasformatore a due piani a 2+2 avvolgimenti in cui si considerano 2 tubi di flusso di dispersione:
a) tracciato dei tubi di flusso;
b) rete magnetica a costanti concentrate e rete elettrica duale;
c) rete elettrica equivalente completa;
d) rete elettrica equivalente semplificata con l'eliminazione degli elementi circuitali derivati.

Si è così ottenuta una rete assai semplice, con configurazione a croce; il problema è ora di verificarne la validità.

Ancor prima di ricorrere a confronti tra calcolo e misure, si può subito osservare che questa rete è a 4 elementi, mentre quella di un trasformatore a 4 avvolgimenti disposti radialmente, e descritta nella precedente parte, è a 5 elementi. Anche se le due situazioni sono diverse nasce già il dubbio di una scarsa attendibilità di questa configurazione.

La struttura a croce della rete porta alle seguenti sei relazioni :

$$X_{12} = X_1 + X_2 \qquad X_{23} = X_2 + X_3$$
$$X_{13} = X_1 + X_3 \qquad X_{24} = X_2 + X_4$$
$$X_{14} = X_1 + X_4 \qquad X_{34} = X_3 + X_4$$

e dovendo determinare solo quattro parametri questo significa che due delle sei relazioni sono sovrabbondanti.

Si è quindi nella possibilità di evidenziare delle relazioni di congruenza interna, che abbiamo già denominato "test interni".

Questi sono :

$$X_{12} + X_{34} = X_{14} + X_{23} \quad \text{e} \quad X_{12} + X_{34} = X_{13} + X_{24}$$

Misure effettuate su un modello monofase della potenza di 6500 kVA, e che verrà in dettaglio descritto più avanti, portano ai seguenti risultati :

$X_{12}+X_{34}$ = 58,32 Ω ; $X_{14}+X_{23}$ = 58,60 Ω ; differenza 0,5%

$X_{12}+X_{34}$ = 58,32 Ω ; $X_{13}+X_{24}$ = 5,36 Ω ; differenza inaccettabile

Il secondo test interno non fornisce una situazione accettabile di congruenza, e questo fatto basta da solo per far scartare immediatamente questo tipo di rete equivalente. Mentre infatti è necessaria una buona corrispondenza tra tutti i possibili test interni per rendere accettabile una rete equivalente, basta la mancata verifica di uno solo di questi per far considerare inaccettabile la schematizzazione, anche se gli altri sono verificati in maniera soddisfacente.

In conclusione la schematizzazione adottata per la descrizione dei tubi di flusso a concatenamento totale non è corrispondente alla realtà e bisogna passare a situazioni più complesse; questo caso è stato trattato per l'appunto per dare un'idea tangibile del metodo con cui si procede nella determinazione della rete equivalente di dispositivi incogniti.

3.2 Schematizzazione con tre tubi di flusso di dispersione

La situazione considerata in fig. 3.1.1a può essere migliorata con l'introduzione di un terzo tubo di flusso di dispersione che unisce il nodo α già introdotto ad un nuovo nodo δ posto nella gamba di ritorno in posizione diametrale, (fig. 3.2.1à); le figure 3.2.1b, c, e d ripetono i soliti passaggi del procedimento grafico di determinazione della rete equivalente completa e della successiva semplificazione ottenuta, come al solito, eliminando i rami derivati (neri).

La rete di fig. 3.2.1d, che è evidentemente un perfezionamento di quella di fig. 3.1.1d, ha poi un'altra interessante caratteristica, e cioè

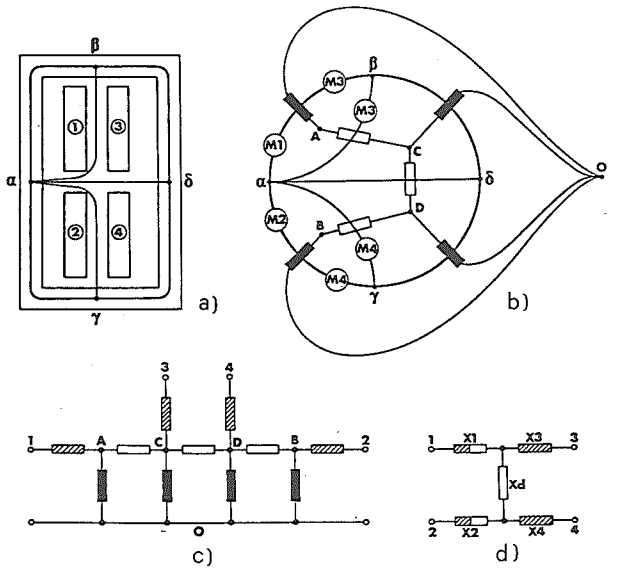


Fig. 3.2.1 Determinazione della rete equivalente di un trasformatore a due piani a 2+2 avvolgimenti in cui si considerano 3 tubi di flusso di dispersione: a) tracciato dei tubi di flusso; b) rete magnetica a costanti concentrate e rete elettrica duale; c) rete elettrica equivalente completa; d) rete elettrica equivalente semplificata con l'eliminazione degli elementi circuitali derivati.

è identica a quella ottenuta per un trasformatore a 4 avvolgimenti disposti radialmente attorno al nucleo, ma non su due piani, e esaminata nella I parte di questo lavoro. Applicata però ad un trasformatore a due piani mette però in evidenza un parametro di grande interesse, l'induttanza (reattanza) di disaccoppiamento X_d, che quantizza esattamente la mutua interazione tra avvolgimenti posti su due piani diversi. In questo caso lo studio del trasformatore a due piani mediante un approccio fisico, ossia tramite reti derivate da schematizzazioni dei percorsi dei flussi di dispersione, è assai utile, in quanto introduce dei parametri che hanno una corrispondenza ben determinata.

Al contrario uno studio puramente matematico non distingue in alcun modo l'accoppiamento tra avvolgimenti posti sullo stesso piano da altri posti su piani diversi.

Le induttanze interposte tra morsetti relativi al medesimo piano (1,3 e 2,4) sono esattamente corrispondenti a quelle che si trovano nello studio del trasformatore monofase a due soli avvolgimenti concentrici, per cui la situazione descritta dalla rete di fig. 3.2.1d può essere espressa a parole nel modo seguente : in un trasformatore a due piani e a due avvolgimenti ogni piano si comporta esattamente come un trasformatore normale; la mutua influenza tra piani diversi è descritta da un unico parametro, l'induttanza (reattanza) di disaccoppiamento.

Per la rete equivalente in questione si possono scrivere le seguenti 6 relazioni (identiche a quelle scritte per un trasformatore a 4 avvolgimenti disposti radialmente) :

$$X_{13} = X_1 + X_3 \qquad X_{14} = X_1 + X_4 + X_d$$
$$X_{24} = X_2 + X_4 \qquad X_{23} = X_2 + X_3 + X_d$$
$$X_{12} = X_1 + X_2 + X_d \qquad X_{34} = X_3 + X_4 + X_d$$

Dovendo determinare solo 5 parametri con 6 equazioni si possono avere 5 diverse soluzioni, ottenute ciascuna dal sistema ottenuto della 6 relazioni di cui una è scartata ciclicamente. La media di queste 5 soluzioni fornisce le seguenti relazioni per la determinazione dei parametri:

$$X_1 = \frac{1}{4}(2X_{23}+X_{12}+X_{14}-X_{23}-X_{34})$$
$$X_2 = \frac{1}{4}(2X_{24}+X_{12}+X_{23}-X_{14}-X_{34})$$
$$X_3 = \frac{1}{4}(2X_{13}+X_{23}+X_{34}-X_{12}-X_{14})$$
$$X_4 = \frac{1}{4}(2X_{24}+X_{14}+X_{23}-X_{12}-X_{23})$$
$$X_d = \frac{1}{4}(X_{12}+X_{14}+X_{23}+X_{34}-2(X_{13}+X_{24})$$

La ridondanza delle equazioni (6) rispetto ai parametri (5) mostra che deve esistere una relazione di congruenza, un test interno, che è :

$$X_{12} + X_{34} = X_{14} + X_{23}$$

Dal medesimo modello su cui è stata fatta la verifica della rete precedente si ottiene :

$X_{12} + X_{34} = 58{,}32\ \Omega$; $X_{14} + X_{23} = 58{,}6\ \Omega$; differenza 0,5% .

Di conseguenza la rete così determinata appare formalmente valida; una verifica più accurata sarà esposta nel paragrafo relativo ai rilievi sperimentali.

Orientativamente si può già affermare che dovrà risultare, a meno che ci si riferisca a geometrie di trasformatori particolarmente insolite, che $X_d \gg X_1, X_2, X_3, X_4$.

Nel caso studiato si ha che :

$X_1 = X_2 = 1.69\ \Omega$
$X_3 = X_4 = 0.99\ \Omega$
$X_d = 26.52\ \Omega$

3.3 Schematizzazione con quattro tubi di flusso di dispersione

La traiettoria dei tubi di flusso di dispersione indicata nel precedente paragrafo è fisicamente convincente, e fornisce anche una rete equivalente che, al vaglio logico e delle misure, risulta valida. Però può essere avanzata qualche critica.

Il tubo di flusso di dispersione che unisce i nodi **α** e **δ** è perfettamente giustificato se si considera la situazione entro la finestra (o le finestre nel caso del nucleo a mantello).

E' chiaro che nella parte che sporge rispetto al circuito magnetico principale il nodo **δ** non è individuabile, e quindi il tubo di flusso in questione non esiste. La situazione fuori finestra può essere rappresentata, come minimo, da un tubo di flusso che va da **β** a **γ** (fig. 3.3.1a).

A questo punto si ripercorre la solita strada della determinazione di una nuova rete equivalente completa e semplificata, ottenendo una nuova configurazione (figg. 3.3.1 b, c, e d).

Questa rete presenta delle novità rispetto a tutte quelle finora stabilite, e nella prima parte del lavoro e in questa sede, in quanto abbiamo elementi circuitali in corrispondenza di entrambi i morsetti di entrata e di uscita, mentre fino ad ora esisteva sempre un unico filo di ritorno comune, un nodo.

La rete è ancora un perfezionamento della precedente, da cui differisce per la presenza di una nuova induttanza che, al contrario di quella di disaccoppiamento che appartiene a circuiti che si sviluppano tra i due diversi piani, interviene so-

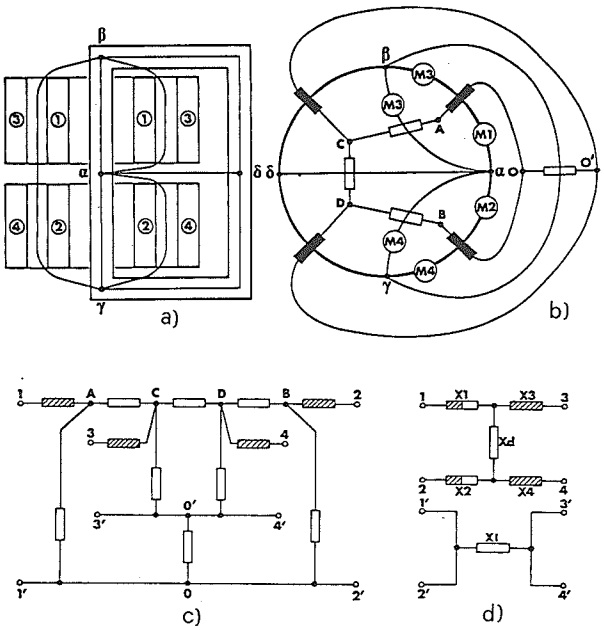


Fig. 3.3.1 Determinazione della rete equivalente di un trasformatore a due piani a 2+2 avvolgimenti in cui si considerano 4 tubi di flusso di dispersione: a) tracciato dei tubi di flusso; b) rete magnetica a costanti concentrate e rete elettrica duale; c) rete elettrica equivalente completa; d) rete elettrica equivalente semplificata con l'eliminazione degli elementi circuitali derivati.

lo nel funzionamento di avvolgimenti posti sul medesimo piano.

Il significato di questa nuova induttanza diventa chiaro se si collegano in serie gli avvolgimenti in senso assiale, e cioè 1 con 2 e 3 con 4. Il trasformatore a 4 avvolgimenti diventa così un trasformatore a due soli avvolgimenti di altezza doppia.

Ora se questa connessione viene effettuata sulla rete equivalente di fig. 3.2.1d, e indicata in fig. 3.3.2 e si pone in corto circuito una coppia di morsetti, la reattanza che si vede ai morsetti opposti, supponendo gli avvolgimenti dello stesso numero di spire, è

$$X_{cc} = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \ ;$$

la reattanza di disaccoppiamento naturalmente non entra in gioco e la X_{cc} è esattamente il doppio di quella che esiste tra le coppie 1-3 e 2-4, posto che per simmetria sia $X_{13} = X_{24}$. Chiunque abbia esperienza nel calcolo di trasformatori sa che questa conclusione non è esatta, in quanto la lacuna esistente tra i due piani esercita una certa influenza.

Ripetendo il medesimo procedimento, ma con la rete perfezionata di fig. 3.3.1d, si ottiene per la reattanza di corto circuito l'espressione (fig. 3.3.3):

$$X_{cc} = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + 2X_\ell \ ,$$

e cioè si trova che la presenza della lacuna ha trovato riscontro nella rete, e quindi nella reattanza di corto circuito.

Di conseguenza questo elemento viene chiamato induttanza (reattanza) di lacuna, e di nuovo si vede come questo approccio circuitale di determinazione delle reti equivalenti dà a ogni elemento

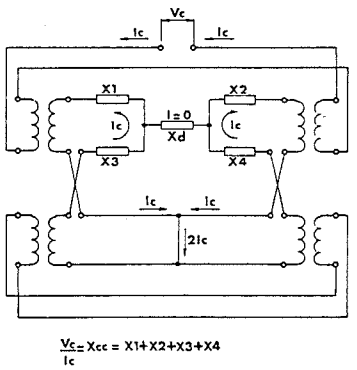


Fig. 3.3.2 Rete equivalente di un trasformatore a due piani derivata da quella di fig. 3.2.1 d in cui gli avvolgimenti sovrapposti assialmente sono collegati in serie e quindi corrispondente ad un normale trasformatore a 2 avvolgimenti.

un preciso significato fisico, aiutando quindi il progettista nello studio e nel proporzionamento delle macchine.

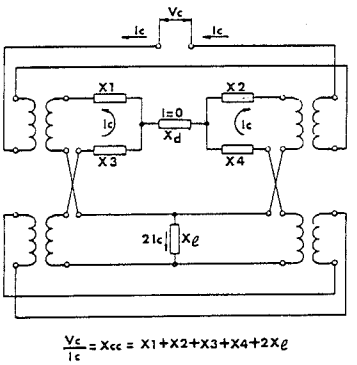


Fig. 3.3.3 Rete equivalente di un trasformatore a due piani derivata da quella di fig. 3.3.1d (in cui compare la reattanza di lacuna) in cui gli avvolgimenti assialmente sovrapposti sono collegati in serie e quindi corrispondono a un normale trasformatore a 2 avvolgimenti. La reattanza di lacuna interviene nel valore della totale reattanza di corto circuito.

Dal punto di vista delle determinazione dei parametri il numero delle equazioni ed il numero degli elementi circuitali è il medesimo, e quindi c'è una sola soluzione al seguente sistema di equazioni, che deriva direttamente dalla configurazione della rete:

$$X_{13} = X_1 + X_3 + X_\ell$$

$$X_{24} = X_2 + X_4 + X_\ell$$

$$X_{12} = X_1 + X_2 + X_d$$

$$X_{34} = X_3 + X_4 + X_d$$

$$X_{14} = X_1 + X_4 + X_\ell + X_d$$

$$X_{23} = X_2 + X_3 + X_\ell + X_d$$

Da questo si ottengono le espressioni dei parametri :

$$X_1 = \frac{1}{2}(X_{12} + X_{13} - X_{23})$$

$$X_2 = \frac{1}{2}(X_{12} + X_{24} - X_{14})$$

$$X_3 = \frac{1}{2}(X_{13} + X_{34} - X_{14})$$

$$X_4 = \frac{1}{2}(X_{24} + X_{34} - X_{23})$$

$$X_\ell = \frac{1}{2}(X_{14} + X_{23} - X_{12} - X_{34})$$

$$X_d = \frac{1}{2}(X_{14} + X_{23} - X_{13} - X_{24})$$

Sempre nel caso di un trasformatore a due piani di proporzioni normali si ha che $X_\ell < X_1, X_2, X_3, X_4$; ad esempio, nel caso già citato si ha:

$X_1 = X_2 = 1{,}65\ \Omega$
$X_3 = X_4 = 0{,}95\ \Omega$
$X_\ell = 0{,}09\ \Omega$
$X_d = 26{,}56\ \Omega$

3.4 Conclusione sui trasformatori a due avvolgimenti su due piani

Delle tre reti equivalenti studiate per un trasformatore a 2+2 avvolgimenti su due piani la prima non è applicabile (e infatti è stata esposta solo per fornire una sequenza logica ai ragionamenti) e le altre due invece danno buoni risultati.

Per un trasformatore costruito con le proporzioni attualmente in uso per la finestra, per gli spessori radiali e per l'entità delle lacune, la seconda e la terza rete danno risultati praticamente equivalenti, anche se l'ultima è in linea di principio più completa.

Di conseguenza, anche in relazione della sua maggiore semplicità, la rete di fig. 3.2.1d, può essere adottata per lo studio di questi trasformatori, e in pratica implica quanto è già stato anticipato, e cioè che in un trasformatore a due piani ogni piano funziona come un normale trasformatore, e funzionamenti tra piani diversi sono interpretabili attraverso la reattanza di disaccoppiamento.

Questa conclusione è utile per lo studio di trasformatori a due piani a maggior numero di avvolgimenti per piano.

4. TRASFORMATORI A DUE PIANI A 3+3 AVVOLGIMENTI

Il procedimento adottato per la determinazione della rete equivalente del trasformatore a due piani a 2+2 avvolgimenti può essere impiegato anche per la struttura più complessa di un trasformatore a due piani con 3+3 avvolgimenti; come sempre è la verifica sperimentale delle condizioni di congruenza (test interni) che permette alla fine di stabilire quale sia la forma accettabile di una rete.

Va da sè che quanto è stato dimostrato non valido per il caso studiato nel paragrafo precedente può essere scartato a priori, e questo si applica alla prima schematizzazione proposta, che portava alla rete equivalente a croce per il trasformatore a 2+2 avvolgimenti.

Si mettono quindi in evidenza i medesimi 4 nodi sul circuito magnetico principale prima introdotto e in particolare il tubo di flusso di dispersione che unisce **α** a **δ** e che si tradurrà nell'induttanza di disaccoppiamento.

Naturalmente si ripropongono le due alternative già esaminate, e cioè rispettivamente di trascurare o di considerare i tubi di flusso disperso che uniscono **β** a **γ** senza interessare il nodo **α** e che si sviluppano fuori dalla finestra. Entrambe le varianti sono indicate nelle figure 4.1 e 4.2, in ciascuna delle quali c'è l'intero procedimento analitico grafico della determinazione della rete equivalente.

Come sempre la prima rete elettrica è quella completa, e la seconda è quella semplificata eliminando i rami derivati. L'analogia con quanto è stato ottenuto per il trasformatore a 2+2 avvolgimenti è completa, ed è interessante osservare come nel caso della figura 4.2 compaiono due induttanze (reattanze) di lacuna, collegate tra i morsetti 1'2' - 3'4' e 3'4' - 5'6'.

Anche la rete equivalente del trasformatore a 3+3 avvolgimenti considerata in fig. 4.1d è, in ultima analisi, identica a quella di un trasformatore a 6 avvolgimenti, in cui l'induttanza posta tra i nodi E e F sia di valore molto superiore alle altre.

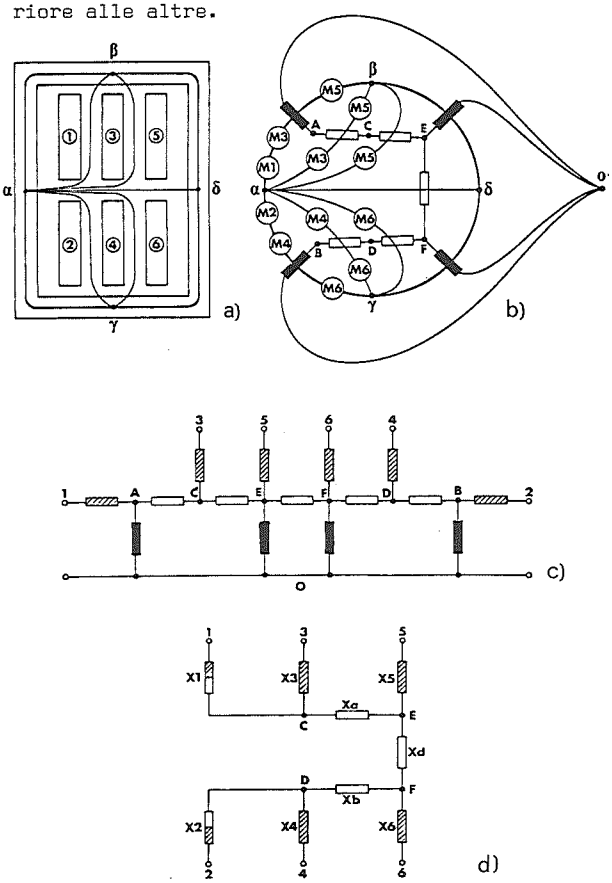


Fig. 4.1 Determinazione della rete equivalente di un trasformatore a due piani a 3+3 avvolgimenti in cui si considerano 5 tubi di flusso di dispersione: a) tracciato dei tubi di flusso; b) rete magnetica a costanti concentrate e rete elettrica duale; c) rete elettrica equivalente completa; d) rete elettrica equivalente semplificata con l'eliminazione degli elementi circuitali derivati.

Da un punto di vista logico è però più significativo disegnare la rete come in fig. 4.1d, mettendo in evidenza i morsetti dispari (piano superiore) e quelli pari (piano inferiore).

Per questa rete possono essere scritte le seguenti relazioni :

$$X_{13} = X_1 + X_3 \qquad X_{14} = X_1 + X_a + X_d + X_b + X_4$$

$$X_{15} = X_1+X_5+X_a \qquad X_{16} = X_1+X_a+X_d+X_6$$

$$X_{35} = X_3+X_5+X_a \qquad X_{23} = X_2+X_b+X_d+X_a+X_3$$

$$X_{24} = X_2+X_4 \qquad X_{36} = X_3+X_a+X_d+X_6$$

$$X_{26} = X_2+X_6+X_b \qquad X_{25} = X_2+X_b+X_d+X_5$$

$$X_{46} = X_4+X_6+X_b \qquad X_{45} = X_4+X_b+X_d+X_5$$

$$X_{12} = X_1+X_a+X_d+X_b+X_2$$

$$X_{34} = X_3+X_a+X_d+X_b+X_4$$

$$X_{56} = X_5+X_d+X_6$$

Essendo 15 le equazioni e 9 i parametri da determinare devono esistere altre 15-9=6 condizioni di congruenza indipendenti; in realtà è possibile dedurne un numero largamente superiore, contenente naturalmente numerose relazioni che sono combinazioni lineari di altre.

Si tratta ora di fare una verifica sperimentale della bontà della rete così ottenuta; questa è stata eseguita sul medesimo modello considerato per il trasformatore a 2+2 avvolgimenti prendendo in considerazione una ulteriore coppia di bobine.

La seguente tabella 1 contiene una serie di 11 test interni, le relative misure per ciascun membro dei vari test e nell'ultima colonna le divergenze percentuali tra i valori misurati.

Tab.1 - Test interni relativi al trasformatore a 3+3 avvolgimenti.

Test interno	Valori misurati (Ω)		Differenza %
$X_{34}+X_{15} = X_{14}+X_{35}$	33.74	31.45	6.8
$X_{15}+X_{36} = X_{16}+X_{35}$	34.08	31.81	6.7
$X_{16}+X_{45} = X_{14}+X_{56}$	58.50	58.34	0.3
$X_{14}+X_{26} = X_{12}+X_{46}$	31.95	32.03	0.3
$X_{36}+X_{45} = X_{34}+X_{56}$	57.67	57.53	0.2
$X_{34}+X_{26} = X_{23}+X_{46}$	33.72	31.39	6.9
$X_{45}+X_{26} = X_{25}+X_{46}$	34.13	31.85	6.7
$X_{16}+X_{34} = X_{14}+X_{36}$	58.09	58.09	0.0
$X_{14}+X_{25} = X_{12}+X_{45}$	58.95	58.73	0.4
$X_{14}+X_{23} = X_{12}+X_{34}$	58.49	58.32	0.3
$X_{12}+X_{35} = X_{15}+X_{23}$	32.04	34.50	7.1

A questo punto, per un impiego pratico della rete, si pone il problema della determinazione dei parametri che compaiono in funzione dei risultati delle prove di corto circuito binarie. La soluzione può essere ottenuta mediante dei comuni metodi algebrici, ma è conveniente cercare un sistema per poter trattare l'intera rete con relativa facilità, anche allo scopo di snellire i conteggi. Infatti i vantaggi di questo tipo di reti (e non solo quelle di trasformatori a 2+2 o 3+3 avvolgimenti) consistono principalemnte nel fornire al progettista delle indicazioni corrette sull'effetto di modifiche dimensionali e nel facilitare i calcoli senza dover fare intervenire stabilmente l'elaboratore.

Faremo innanzi tutto l'ipotesi di perfetta eguaglianza del piano superiore e di quello inferiore, e naturalmente simmetrica deve essere la disposizione dei due gruppi di avvolgimenti allo

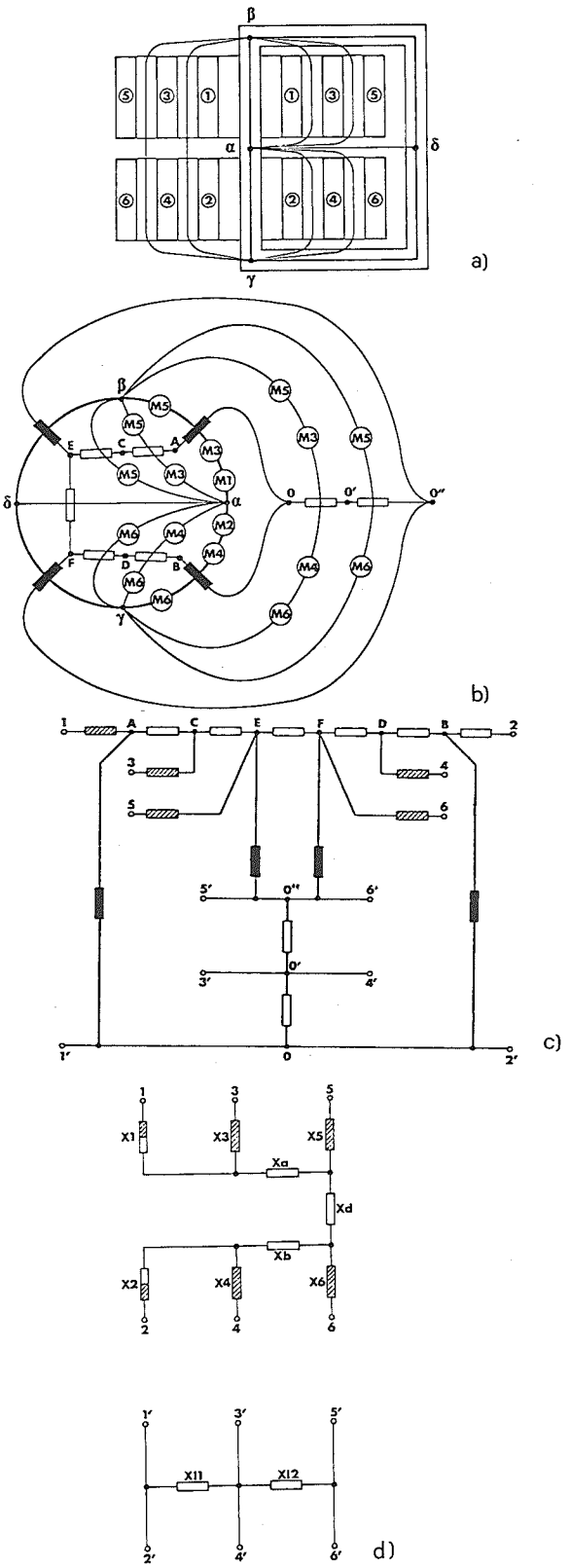


Fig. 4.2 Determinazione della rete equivalente di un trasformatore a due piani a 3+3 avvolgimenti in cui si considerano 7 tubi di flusso di dispersione: a) tracciato dei tubi di flusso; b) rete magnetica a costanti concentrate e rete elettrica duale; c) rete elettrica equivalente completa; d) rete elettrica equivalente semplificata con l'eliminazione degli elementi circuitali derivati.

interno della finestra.

Poi sfrutteremo il principio già esposto in precedenza, e cioè di considerare ciascun piano come un normale trasformatore (a 3 avvolgimenti), mentre l'interazione tra i due è rappresentata dalle sole reattanze di disaccoppiamento.

Nella tabella 2 sono elencate le eguaglianze che derivano da queste ipotesi e i valori misurati delle reattanze di corto circuito binario.

Tab. 2 - Reattanze di corto circuito binario.

Relazioni semplificative	Valori Misurati (Ω)
$X_{13} = X_{24}$	2.68
$X_{15} = X_{26}$	5.27
$X_{35} = X_{46}$	2.16
$X_{14} = X_{23}$	29.24
$X_{16} = X_{25}$	29.65
$X_{36} = X_{45}$	28.84
X_{12}	29.86
X_{34}	28.46
X_{56}	29.07

In questo caso le espressioni per la determinazione dei parametri di ciascun piano sono molto semplici :

$$X_1 = X_2 = \frac{1}{2}(X_{13}+X_{15}-X_{35})$$

$$X_3 = X_4 = \frac{1}{2}(X_{13}+X_{35}-X_{15})$$

$$X_5 = X_6 = \frac{1}{4}(2X_{35}+X_{56}-X_{34})$$

$$X_a = X_b = \frac{1}{4}(2X_{15}+X_{34}-2X_{13}-X_{56})$$

Si osservi come le due prime espressioni sono esattamente identiche alle solite formule usate per i normali trasformatori a 3 avvolgimenti, mentre le due successive hanno una struttura analoga ma leggermente più complessa.

Sempre per il caso sperimentale precedente le formule danno i seguenti valori :

$X_1 = X_2 = 2.89\ \Omega$ $\qquad$ $X_5 = X_6 = 1.23\ \Omega$

$X_3 = X_4 = -0.21\ \Omega$ $\qquad$ $X_a = X_b = 1.14\ \Omega$

A questo punto la reattanza di disaccoppiamento X_d non è ancora determinata, ma è l'ultimo parametro incognito, che può essere ottenuto indifferentemente da 9 relazioni diverse, tutte del tipo :

$$X_d = \begin{cases} X_{ij} - (X_i + X_j) \\ X_{ij} - (X_i + X_j + X_a) \\ X_{ij} - (X_i + X_j + X_b) \\ X_{ij} - (X_i + X_j + X_a + X_b) \end{cases}$$

Va da sè che da ciascuna di queste 9 relazioni si ottiene un diverso valore di X_d: la divergenza tra i vari valori è un'indice della validità della rete equivalente proposta. Con tale procedura tutti gli errori di misura e le inesattezze insite nella schematizzazione sono integralmente conglobati nella determinazione di X_d, in quanto gli altri parametri derivano da formule esatte.

Per una stima della precisione che si ottiene nella valutazione di X_d l'indice più conveniente è lo scarto quadratico medio dei risultati. La tabella 3 dà l'insieme delle relazioni per la determinazione di X_d, i valori ottenuti sperimentalmente, la media X_{dm} e lo scarto quadratico medio (S.Q.M.) in valore effettivo e percentuale.

Tab. 3 - Relazioni di calcolo e valori della reattanza di disaccoppiamento X_d.

Relazioni per il calcolo di X_d	Valori calcolati (Ω)
$X_{12}-(X_1+X_2+X_a+X_b)$	21.80
$X_{34}-(X_3+X_4+X_a+X_b)$	26.60
$X_{56}-(X_5+X_6)$	26.61
$X_{14}-(X_1+X_4+X_a+X_b)$	24.28
$X_d =$ $X_{16}-(X_1+X_6+X_a)$	24.39
$X_{36}-(X_3+X_6+X_a)$	26.68
$X_{23}-(X_2+X_3+X_a+X_b)$	24.28
$X_{25}-(X_2+X_5+X_b)$	24.39
$X_{45}-(X_4+X_5+X_b)$	26.68
X_{dm} =	25.08
S.Q.M.=	1.69 (6.7%)

Questo valore dello S.Q.M. si è mostrato accettabile e dei conteggi effettuati sull'intera rete con parametri determinati con questa procedura approssimata ma molto semplice sono stati molto soddisfacenti.

Di conseguenza è stato stimato utile un tentativo di semplificare ulteriormente la rete equivalente del trasformatore a 3+3 avvolgimenti fino a qui impiegata.

In realtà ciascuno dei due gruppi di elementi circuitali rappresentativi degli avvolgimenti posti sullo stesso piano è connesso all'altro solo dalla reattanza di disaccoppiamento X_d, ma i due nodi, E e F di fig. 4.1d, ai quali fa capo X_d sono tali da mantenere distinta la reattanza dovuta a flussi di dispersione a concatenamento parziale X_5 (o X_6) da quella relativa a flussi di dispersione a concatenamento totale X_a (o X_b).

Se gli estremi di X_d fossero collegati nei nodi C - D, eseguendo quello che in gergo di circuiti equivalenti si chiama una "riduzione", si otterrebbero numerosi risultati utili per una ulteriore semplificazione. Infatti i parametri dello intero trasformatore a 3+3 avvolgimenti passerebbero da 5 a 4 e la determinazione di X_1 (=X_2); X_3 (=X_4); X_5 (=X_6) potrebbe essere eseguita con le solite formule dei trasformatori a 3 avvolgimenti.

Lo schema equivalente diventerebbe quello di fig. 4.3. Come nel caso precedente X_1, X_3 e X_5 sono determinati con formule esatte, e quindi tutti gli errori si riversano unicamente su X_d : lo S.Q.M. è sempre un buon indice di valutazione della coerenza dei risultati. Va da sè che X_1 (e X_2) e X_3 (e X_4) rimangono immutati rispetto al caso precedente, mentre X_5 e X_d subiscono delle variazioni in ragione della nuova configurazione della rete.

Si hanno quindi le tre relazioni elementari :

$$X_1 = X_2 = \frac{1}{2}(X_{13}+X_{15}-X_{35})$$

$$X_3 = X_4 = \frac{1}{2}(X_{13}+X_{35}-X_{15})$$

$$X_5 = X_6 = \frac{1}{2}(X_{15}+X_{35}-X_{13})$$

e, noti questi elementi, si può compilare la tabella 4 concettualmente corrispondente alla tabella 3.

Tab. 4 - Relazioni di calcolo e valori della reattanza di disaccoppiamento X_d.

Relazioni per il calcolo di X_d		Valori calcolati (Ω)
$X_d =$	$X_{12} - (X_1+X_2)$	24.08
	$X_{34} - (X_3+X_4)$	28.88
	$X_{56} - (X_5+X_6)$	24.31
	$X_{14} - (X_1+X_4)$	26.56
	$X_{16} - (X_1+X_6)$	24.38
	$X_{23} - (X_2+X_3)$	26.56
	$X_{36} - (X_3+X_6)$	26.67
	$X_{25} - (X_2+X_5)$	24.38
	$X_{45} - (X_4+X_5)$	26.67
		Xdm = 25.83
		S.Q.M.= 1.63 (6.3%)

Come si vede lo scarto quadratico medio rimane praticamente invariato, risultando in questo caso particolare addirittura inferiore a quello valutato nello schema precedente a 9 parametri.

In più le relazioni che consentono il calcolo di X_d hanno una forma ripetitiva assai semplice, e mnemonicamente omogenea con le tre precedenti:

$$X_d = X_{ij} - (X_i + X_j)$$

In conclusione la determinazione dei parametri della rete equivalente di un trasformatore a due piani a 3+3 avvolgimenti è ricondotta a poche operazioni su formule semplici, ed è enormemente semplificata rispetto alle altre procedure impiegate o impiegabili per risolvere il medesimo problema. Anzi è interessante osservare che per un trasformatore di questo tipo la soluzione è ancora più semplice di quella esposta per un trasformatore a soli 2+2 avvolgimenti. Infatti mentre per un trasformatore a 2 avvolgimenti - quale è un "piano" solo dell'intera macchina - non è disponibile da misure dirette il nodo cui sarà collegata la reattanza di disaccoppiamento e manca la suddivisione della X_{13} e X_{24} in X_1 e X_3 e rispettivamente X_2 e X_4, questa operazione è normale per un trasformatore a 3 avvolgimenti.

Logicamente la precisione che deriva dalle formule risolutive esposte nel precedente paragrafo è sicuramente superiore a quella del procedimento semplificato qui proposto, ma numerose misure e calcoli hanno mostrato che, sotto il profilo pratico, questo modo di trattare un trasformatore a due piani a 3+3 avvolgimenti dà dei risultati soddisfacenti per l'impiego normale. Nel paragrafo dedicato ai rilievi e alle verifiche sperimentali questo fatto verrà esaurientemente confermato.

5 - TRASFORMATORI A DUE PIANI A 4+4 E 5+5 AVVOLGIMENTI.

Trasformatori a due piani con un numero di avvolgimenti per piano superiore a tre possono, in linea di principio, essere studiati nell'identica maniera fino ad ora seguita. Si tratta sempre di verificare, prima con test interni e poi, se questi danno risultati soddisfacenti, con test esterni, l'adeguatezza del modello.

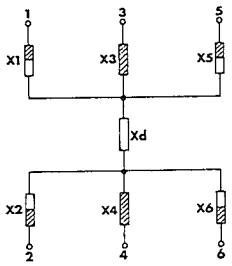


Fig. 4.3 Rete equivalente semplificata di un trasformatore a due piani a 3+3 avvolgimenti. Lo spostamento della reattanza di disaccoppiamento X_d permette di considerare ciascun piano singolarmente come un normale trasformatore a tre avvolgimenti.

Il principio informatore della schematizzazione valida nel caso di trasformatori a 2+2 e 3+3 avvolgimenti, senza tener conto dei flussi di dispersione fuori finestra che, come si è visto, comportano modesti miglioramenti quantitativi di fronte a una maggior complessità della rete equivalente, consiste nel considerare ogni piano come un normale trasformatore, e i due piani collegati tra di loro con la reattanza di disaccoppiamento X_d.

5.1 Trasformatori a 4+4 avvolgimenti

La rete di un trasformatore con 4+4 avvolgimenti può essere tracciata immediatamente per quanto sopra detto, se si trascurano le reattanze derivate (fig. 5.1.1) o può essere dedotta dalla solita serie di operazioni.

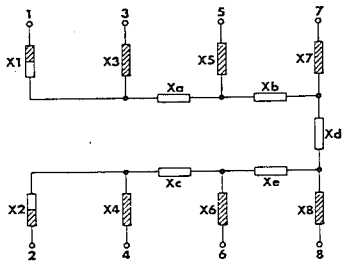


Fig. 5.1.1 Rete equivalente di un trasformatore a due piani a 4+4 avvolgimenti derivata direttamente da quella di fig. 4.1d , e cioè con 7 tubi di flusso di dispersione.

Si procede ora alla verifica dell'applicabilità di questa rete mediante test interni, esattamente nello stesso modo impiegato nel precedente paragrafo.

I parametri relativi al piano "dispari" (con morsetti 1, 3, 5, 7) sono dedotti dalle seguenti relazioni:

$$X_{13} = X_1+X_3 \qquad X_{35} = X_3+X_5+X_a$$

$$X_{15} = X_1+X_5+X_a \qquad X_{37} = X_3+X_7+X_a+X_b$$

$$X_{17} = X_1+X_7+X_a+X_b \qquad X_{57} = X_5+X_7+X_b$$

e corrispondentemente quelli dei piani "pari" (con morsetti 2, 4, 6, 8) sono :

$$X_{24} = X_2 + X_4 \qquad X_{46} = X_4 + X_6 + X_c$$

$$X_{26} = X_2 + X_6 + X_c \qquad X_{48} = X_4 + X_8 + X_c + X_e$$

$$X_{28} = X_2 + X_8 + X_c+X_e \qquad X_{68} = X_6 + X_8+ X_e$$

e se si ammette la perfetta simmetria ed eguaglianza dei due piani si hanno delle formule risolutive dei parametri dei due piani particolarmente semplici:

$$X_1=X_2=\frac{1}{4}(2X_{13}+X_{15}+X_{17}-X_{35}-X_{37})$$

$$X_3=X_4=\frac{1}{4}(2X_{13}+X_{35}+X_{37}-X_{15}-X_{17})$$

$$X_5=X_6=\frac{1}{4}(2X_{57}+X_{15}+X_{35}-X_{17}-X_{37})$$

$$X_a=X_c=\frac{1}{4}\left[X_{15}+X_{17}+X_{35}+X_{37}-2(X_{13}+X_{57})\right]$$

$$X_7=X_8=\frac{1}{4}(2X_{57}+X_{78}-X_{56})$$

$$X_b=X_e=\frac{1}{4}(X_{17}+X_{37}+X_{56}-X_{15}-X_{35}-X_{78})$$

Misure effettuate su un trasformatore a 4+4 avvolgimenti, che non era altro che quello considerato già nei due precedenti paragrafi con una coppia di avvolgimenti in più, hanno portato alla determinazione dei seguenti valori :

$X_1 = X_2 = 2.82\ \Omega$ $\qquad$ $X_7 = X_8 = 0.96\ \Omega$

$X_3 = X_4 = -0.14\ \Omega$ $\qquad$ $X_a = X_c = 2.77\ \Omega$

$X_5 = X_6 = -0.17\ \Omega$ $\qquad$ $X_b = X_e = 0.67\ \Omega$

A questo punto è possibile scrivere ben 16 relazioni diverse in cui compaiono questi termini già calcolati e la reattanza di disaccoppiamento X_d. Mettendo in evidenza questo, se ne calcolano altrettanti valori e, adottando il criterio seguito in precedenza, si valuta lo scarto quadratico medio dell'intero gruppo (si veda la tab. 5).

Tab. 5 - Relazioni di calcolo e valori della reattanza di disaccoppiamento X_d

Relazioni per il calcolo di X_d		Valori calcolati (Ω)
$X_d=$	$X_{12} - (X_1+X_2+X_a+X_b+X_c+X_e)$	17.34
	$X_{34} - (X_3+X_4+X_a+X_b+X_c+X_e)$	21.86
	$X_{56} - (X_5+X_6+X_b+X_e)$	27.86
	$X_{78} - (X_7+X_8)$	27.86
	$X_{14} - (X_1+X_4+X_a+X_b+X_c+X_e)$	19.68
	$X_{16} - (X_1+X_6+X_a+X_b+X_e)$	22.76
	$X_{18} - (X_1+X_8+X_a+X_b)$	22.96
	$X_{36} - (X_3+X_6+X_a+X_b+X_e)$	24.88
	$X_{38} - (X_3+X_8+X_a+X_b)$	25.02
	$X_{58} - (X_5+X_8+X_b)$	27.84
	$X_{23} - (X_2+X_3+X_a+X_b+X_c+X_e)$	19.68
	$X_{25} - (X_2+X_5+X_b+X_c+X_e)$	22.76
	$X_{27} - (X_2+X_7+X_c+X_e)$	22.96
	$X_{45} - (X_4+X_5+X_b+X_c+X_e)$	24.88
	$X_{47} - (X_4+X_7+X_c+X_e)$	25.02
	$X_{67} - (X_6+X_7+X_e)$	27.84

Xdm = 23.83
S.Q.M. = 3.2 (13.4%)

Sia l'entità della S.Q.M. che la dispersione dei valori di X_d (massimo 27.86 Ω ; minimo 17.34Ω) sono indici di cattivo adeguamento di questa rete al comportamento reale del trasformatore: questo significa che è necessaria una revisione dei percorsi dei tubi di flusso di dispersione, per trovare una nuova rete che si adatti alla maggior complessità del trasformatore.

La fig. 5.1.2a mostra una nuova configurazione per i tubi di flusso di dispersione, che convergono su un nodo comune **ε** posto in posizione baricentrica in aria tra i due piani del trasformatore. L'aver messo in evidenza questo nuovo nodo sta ad indicare che è stata attribuita una maggiore importanza al fenomeno del disaccoppiamento, in quanto è possibile che il flusso di dispersione che esce dai nodi **β** e **γ**, una volta concentrato in **ε** si ripartisca in proporzioni diverse ma del medesimo ordine di grandezza tra la colonna avvolta (nodo **δ**) e quella di ritorno (nodo **α**).
La schematizzazione precedente, per cui tutti i tubi di flusso uscenti dai gioghi (**β** e **γ**) e dalla colonna di ritorno (**δ**) convergono sulla colonna avvolta (nodo **α**) comportava di necessità una minor permeanza al tragitto **α - δ**.
La rete magnetica e la rete elettrica che derivano da questa schematizzazione sono indicate in fig. 5.1.2b, mentre nelle figure 5.1.2c e 5.1.2d sono tracciate rispettivamente la rete elettrica equivalente completa e ridotta, ossia con le quattro reattanze derivate di magnetizzazione omesse.

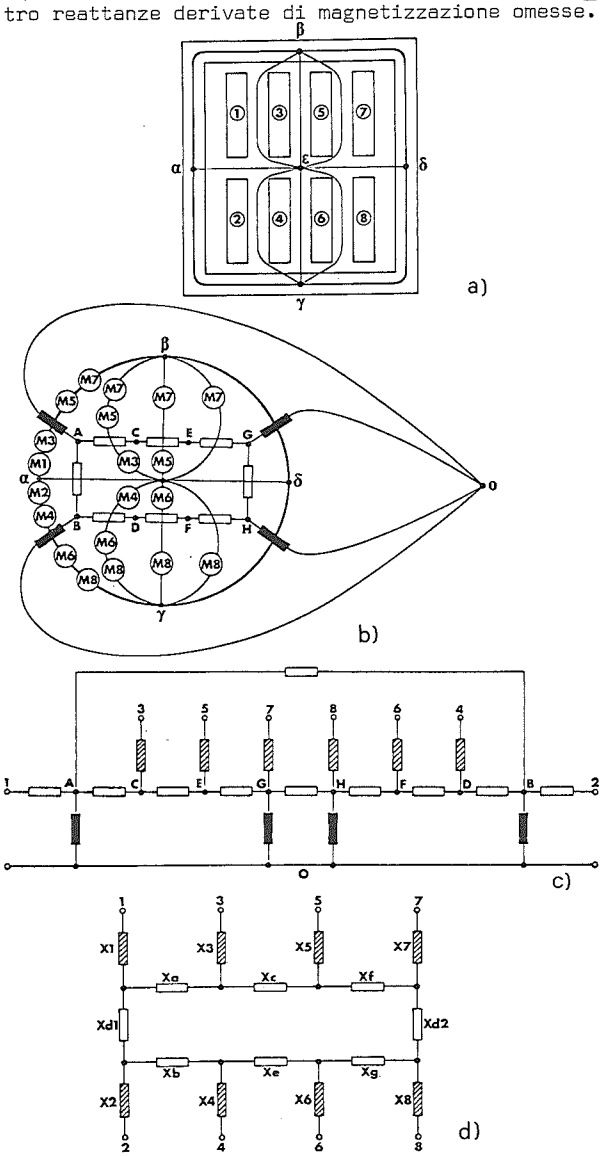


Fig. 5.1.2 Determinazione della rete equivalente di un trasformatore a due piani a 4+4 avvolgimenti in cui si considerano 8 tubi di flusso di dispersione:

a) tracciato dei tubi di flusso; b) rete magnetica a costanti concentrate e rete elettrica duale; c) rete elettrica equivalente completa; d) rete elettrica equivalente semplificata con l'eliminazione degli elementi circuitali derivati.

Il confronto tra la fig. 5.1.2d e la precedente figura 5.1.1 è estremamente istruttivo, e ripresenta in altra forma le conseguenze della nuova traiettoria dei tubi di flusso di dispersione: mentre infatti la X_d determinata per i trasformatori a 2+2 e 3+3 avvolgimenti, e proposta anche qui per quelli a 4+4 avvolgimenti, collega in modo diretto i morsetti degli avvolgimenti più esterni posti su piani diversi (3 e 4; 5 e 7; 7 e 8), le due nuove reattanze di disaccoppiamento X_{d1} e X_{d2} mostrano che con un elevato numero di avvolgimenti il fenomeno dell'accoppiamento fra i piani diversi si sviluppo in pratica in ugual misura per qualsiasi coppia di avvolgimenti di piani diversi ma con ugual posizione radiale. Infatti l'anello di reattanze X_{d1}, X_b, X_e, X_g, X_{d2}, X_f, X_c, X_a presenta un'impedenza poco variabile per qualsiasi coppia di morsetti del tipo 1-2; 3-4; 5-6; 7-8. Quindi da un punto di vista puramente logico la nuova rete si presenta più giustificata delle precedenti, le quali hanno peraltro il pregio di una maggior semplicità per la mancanza di un anello all'interno.

Si tratta ora, come sempre, di determinare i parametri della rete in base a misure binarie per poi verificare con test interni l'adeguamento alle misure sperimentali.

Le prove di corto circuito possibili sono in questo caso 28, mentre i parametri da determinare sono solo 16; se poi si ammette una perfetta similitudine tra i due piani, il numero dei parametri si riduce a 9.

Il metodo qui seguito per il loro calcolo si basa su assunzioni semplificative ragionevoli, ed ha fornito dei risultati soddisfacenti, ma possono essere impiegati metodi più complessi, ad esempio iterativi.

Il primo passo consiste nel determinare i parametri di ciascun piano, che in quanto tale è un trasformatore a 4 avvolgimenti: le formule risolutive sono state determinate nella prima parte di questo lavoro :

$$X_1+X_a = X_2+X_b = \frac{1}{4}\,(2X_{13}+X_{15}+X_{17}-X_{35}-X_{37})$$

$$X_3 = X_4 = \frac{1}{4}\,(2X_{13} + X_{35}+X_{37}-X_{15} -X_{17})$$

$$X_5 = X_6 = \frac{1}{4}\,(2X_{57}+X_{15}+X_{35}-X_{17}-X_{37})$$

$$X_c = X_e = \frac{1}{4}\,\left[X_{15}+X_{17}+X_{35}+X_{37}-2(X_{13}+X_{57})\right]$$

$$X_7+X_f = X_8+X_g = \frac{1}{4}(2X_{57}+X_{17}+X_{37}-X_{15}-X_{35})$$

Si tratta ora di scindere X_1 e X_a dalla quantità X_1+X_a che finora è determinata nel suo assieme, e questo vale anche per X_2 e X_b; il medesimo processo è seguito per $X_7=X_8$ e $X_f=X_g$. Si osservi a questo scopo la reattanza fra i morsetti 1 e 3: $X_{13}=X_1+X_a+X_3$; la teoria prevede, e la pratica conferma, che X_1 e X_3 siano molto piccole rispetto a X_a, e preferenzialmente negative. Di conseguenza X_a (=X_b) può essere espressa in funzione di X_{13} in questo modo (e lo stesso vale per $X_g = X_f$)

$$X_a = K_1 X_{13}$$

$$X_f = K_2 X_{57}$$

Se X_1 e X_3 (e X_5 e X_7) sono negativi, risulta K_1 e $K_2 > 1$; in caso contrario K_1 e $K_2 < 1$; comunque i due coefficienti sono vicini all'unità. Assegnato un valore di tentativo a K_1 e K_2 restano determinati

$$X_a = X_b = K_1 X_{13} \quad \text{e} \quad X_f = X_g = K_2 X_{57}$$

Rimangono ora da individuare X_{d1} e X_{d2}.

La reattanza X_{12} è costituita dalla somma di X_1 e X_2 (e cioè $2X_1$) e dal parallelo di X_{d1} con le reattanze che completano l'anello interno della rete equivalente.

Posto :

$$A = 2(X_a+X_c+X_f)$$

$$\Sigma = 2(X_a+X_c+X_f) + X_{d1}+X_{d2} = A + X_{d1} + X_{d2}$$

si determina per differenza

$$A_1 = X_{12} - 2X_1 = X_{d1}\left(1 - \frac{X_{d1}}{\Sigma}\right)$$

$$A_2 = X_{78} - 2X_7 = X_{d2}\left(1 - \frac{X_{d2}}{\Sigma}\right)$$

Si è così ottenuto un sistema di due equazioni a due incognite, che per una agevole soluzione può essere espresso in questa forma :

$$C\,X_{d1}^2 + \left[A + D - (1+C)\,A_1\right] X_{d1} - (A+D)\,A_1 = 0$$

$$X_{d2} = C\,X_{d1} + D$$

in cui i vari simboli non ancora definiti hanno il seguente significato :

$$B = A_1 - A_2; \quad C = \frac{A+B}{A-B}; \quad D = \frac{AB}{A-B}$$

Le misure effettuate sul modello a 4+4 avvolgimenti già studiato con il precedente schema equivalente, che è poi stato giudicato insoddisfacente, hanno dato i seguenti valori per i parametri:

$$X_1 + X_a = X_2 + X_b = 2.86\ \Omega$$
$$X_3 = X_4 = -0.18\ \Omega$$
$$X_5 = X_6 = 0.05\ \Omega$$
$$X_c = X_e = 2.33\ \Omega$$
$$X_7 + X_f = X_8 + X_g = 1.01\ \Omega;$$

posto $K_1 = K_2 = 1.05$ si ottengono :

$$X_a = X_b = 2.81\ \Omega \qquad X_1 = X_2 = 0.05\ \Omega$$
$$X_f = X_g = 1.11\ \Omega \qquad X_7 = X_8 = -0.10\ \Omega$$

i parametri ausiliari sono allora calcolabili :

$$A = 12.50\ \Omega \qquad B = -0.23\ \Omega$$
$$A_1 = 29.76\ \Omega \qquad C = 0.9639$$
$$A_2 = 29.53\ \Omega \qquad D = -0.2258$$

L'equazione risolutiva di X_{d1} è :

$$0.9639\,X_{d1}^2 - 46.170\,X_{d1} - 362,38 = 0;$$

Si scarta il valore negativo della soluzione e si arriva alla fine a :

$$X_{d1} = 54.81\ \Omega\ ; \quad X_{d2} = 52.61\ \Omega\ ; \quad \Sigma = 119.92\ \Omega\ .$$

Mediante questi valori si possono ora calcolare in base alla rete equivalente le reattanze delle 16 prove di corto circuito binario diverse possibili, e effettuare la verifica con i valori misurati. La tabella 6 contiene appunto nella seconda e terza colonna rispettivamente i valori calcolati in base alla rete con i parametri sopra determinati e quelli effettivamente misurati. La quarta e la quinta colonna contengono rispettivamente gli scarti tra valori calcolati e valori misurati in valore assoluto e percentuale.

Degli errori assoluti e percentuali è interessante osservare i valori medi, che risultano in

entrambi i casi sufficientemente bassi (0.30 Ω l'errore assoluto, 0.21% l'errore percentuale) per considerare soddisfacente la corrispondenza della nuova rete al reale comportamento del trasformatore.

Tab. 6 - Test interni relativi al trasformatore a 4+4 avvolgimenti

Reattanza di c.c. binario	Calcolata (Ω)	Misurata (Ω)	Errore assoluto	Errore percentuale %
X_{13}	2.61	2.68	-0.07	- 2.5
X_{35}	2.15	2.16	-0.01	- 0.5
X_{57}	1.05	1.06	-0.01	- 1.0
X_{15}	5.02	5.27	-0.25	- 5.0
X_{17}	5.87	6.17	-0.30	- 5.1
X_{37}	3.06	3.18	-0.12	- 3.9
X_{12}	29.86	29.86	0	0
X_{34}	29.62	28.46	1.16	3.9
X_{56}	29.86	29.07	0.79	2.6
X_{78}	29.33	29.33	0	0
X_{14}	29.80	29.24	0.56	1.9
X_{16}	30.08	29.65	0.43	1.4
X_{18}	29.92	29.82	0.10	0.3
X_{36}	29.78	28.84	0.94	3.2
X_{38}	29.64	28.98	0.66	2.2
X_{58}	29.72	29.19	0.53	1.8

5.2 Trasformatori a 5+5 avvolgimenti

Un trasformatore a 5+5 avvolgimenti può essere rappresentato da una rete concettualmente identica a quella ora usata per quello a 4+4 avvogimenti: l'anello interno di impedenze che esprime il disaccoppiamento tra i due piani, anche se con una coppia di elementi in più, mantiene la caratteristica di presentare impedenze poco variabili per tutte le coppie di morsetti del tipo 1-2, 3-4, 5-6, 7-8 e ora 9-10, ossia di bobine assialmente allineate (fig. 5.2.1).

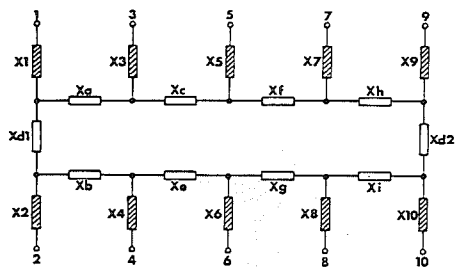


Fig. 5.2.1 Rete equivalente di un trasformatore a due piani a 5+5 avvolgimenti, derivata direttamente da quella di fig. 5.2d

Anche in questo caso si presenta il problema della determinazione dei 20 parametri, che scendono a 11 se si ammette - come è ragionevole - una perfetta simmetria dei due piani.

Seguiremo a questo scopo il medesimo procedimento usato per il trasformatore a 4+4 avvolgimenti, che si sviluppa nei seguenti passi successivi :

1) Determinazione dei parametri di ciascun piano

Si utilizzano le formule del trasformatore a 5 avvolgimenti :

$$(X_1+X_a) = (X_2+X_b) = \frac{1}{6}(3X_{13}+X_{15}+X_{17}+X_{19}-X_{35}-X_{37}-X_{39})$$

$$X_3 = X_4 = \frac{1}{6}(3X_{13}+X_{35}+X_{37}+X_{39}-X_{15}-X_{17}-X_{19})$$

$$X_5 = X_6 = \frac{1}{8}[2(X_{15}+X_{35}+X_{57}+X_{59})-X_{17}-X_{19}-X_{37}-X_{39}]$$

$$X_7 = X_8 = \frac{1}{6}(3X_{79}+X_{17}+X_{37}+X_{57}-X_{19}-X_{39}-X_{59})$$

$$(X_9+X_h) = (X_{10}+X_i) = \frac{1}{6}(3X_{79}+X_{19}+X_{39}+X_{59}-X_{17}-X_{37}-X_{57})$$

$$X_c = X_e = \frac{1}{8}[2(X_{15}+X_{35})+X_{17}+X_{19}+X_{37}+X_{39}-2(X_{57}+X_{59})-4X_{13}]$$

$$X_f = X_g = \frac{1}{8}[2(X_{57}+X_{59})+X_{17}+X_{19}+X_{37}+X_{39}-2(X_{15}+X_{35})-4X_{79}]$$

2) Determinazione di X_a (=X_b) e X_h (=X_i)

Introducendo i coefficienti stimati K_1 e K_2 (che hanno il significato già loro attribuito) si ha

$$X_a\ (=X_b) = K_1\ X_{13}$$
$$X_h\ (=X_i) = K_2\ X_{79}$$

3) Determinazione di X_{d1} e X_{d2}

Si pone :

$$A = 2(X_a+X_c+X_f+X_h)$$

$$\Sigma = A + X_{d1} + X_{d2}$$

$$A_1 = X_{12} - 2X_1 = X_{d1}\left(1 - \frac{X_{d1}}{\Sigma}\right)$$

$$A_2 = X_{9-10} - 2X_9 = X_{d2}\left(1 - \frac{X_{d2}}{\Sigma}\right)$$

$$B = A_1 - A_2;\quad C = \frac{A+B}{A-B};\quad D = \frac{AB}{A-B}$$

Il sistema di equazioni che fornisce X_{d1} e X_{d2} è del tutto identico a quello già esposto.

Su un modello di trasformatore a 5+5 avvolgimenti (che è il modello usato in precedenza con una coppia di avvolgimenti in più) sono state fatte le misure di tutte le reattanze binarie, da cui sono stati dedotti i valori dei parametri del circuito equivalente :

$$X_1 + X_a = X_2 + X_b = 2.79\ \Omega$$
$$X_3 = X_4 = 0.11\ \Omega$$
$$X_5 = X_6 = 0.13\ \Omega$$
$$X_7 = X_8 = 0.13\ \Omega$$
$$X_c = X_e = 2.72\ \Omega$$
$$X_f = X_g = 1.52\ \Omega$$
$$X_g + X_h = X_{10} + X_i = 1.20\ \Omega$$

Per K_1 e K_2 si prende ancora il valore 1.05 (si può ottenere un risultato che si accordi meglio con le misure binarie effettuando dei calcoli di tentativo con altri valori) per cui risulta:

$$X_a = X_b = 2.81\ \Omega \qquad X_1 = X_2 = -0.02\ \Omega$$
$$X_h = X_i = 1.40\ \Omega \qquad X_9 = X_{10} = -0.20\ \Omega$$

e dal sistema di equazioni si hanno infine i due valori :

X_{d1} = 51.15 Ω X_{d2} = 55.08 Ω

Si passa ora, mediante questi elementi circuitali, al calcolo delle reattanze binarie, che vengono confrontate con i valori misurati. La tabella 7 fornisce questi elementi e in più gli errori assoluti e percentuali. Anche in questo caso l'entità degli errori medi assoluti (0.51 Ω) e percentuali (0.52 %) mostra un soddisfacente adattamento della rete.

Tab. 7 - Test interni relativi al trasformatore a 5+5 avvolgimenti

Reattanza di c.c. binario	Calcolata (Ω)	Misurata (Ω)	Errore assoluto	Errore percentuale %
X_{13}	2.62	2.68	-0.06	-2.4
X_{15}	5.13	5.45	-0.32	-6.2
X_{17}	6.67	7.18	-0.42	-6.2
X_{19}	7.65	8.15	-0.50	-6.5
X_{35}	2.42	2.42	0.00	0.0
X_{37}	4.11	4.30	-0.19	-4.5
X_{39}	5.07	5.35	-0.28	-5.5
X_{57}	1.50	1.46	+0.04	+2.7
X_{59}	2.52	2.65	-0.13	-5.1
X_{79}	1.31	1.33	-0.02	-1.2
X_{12}	29.86	29.86	0.00	0.0
X_{14}	30.18	29.24	+0.94	+3.1
X_{16}	30.44	29.52	+0.92	+3.0
X_{18}	30.80	20.18	+0.62	+2.0
X_{1-10}	30.53	30.38	+0.15	+0.5
X_{34}	30.38	28.46	+1.92	+6.3
X_{36}	30.51	28.68	+1.83	+6.0
X_{38}	30.80	29.28	+1.52	+5.0
X_{3-10}	30.47	29.47	+1.00	+3.3
X_{56}	30.52	28.86	+1.66	+5.4
X_{58}	30.74	29.30	+1.44	+4.7
X_{5-10}	30.35	29.48	+0.87	+2.9
X_{78}	30.93	29.78	+1.15	+3.7
X_{7-10}	30.50	29.93	+0.57	+1.9
X_{9-10}	30.04	30.04	0.00	0.0

6. VERIFICHE SPERIMENTALI

Nei paragrafi precedenti è già stata verificata l'aderenza delle reti equivalenti proposte al reale comportamento dei trasformatori a due piani mediante i test interni, che rappresentano il controllo di condizioni di congruenza.

Questo tipo di controllo confronta quindi le reattanze binarie misurate con quelle che si deducono dalla rete, i cui parametri sono calcolati secondo le procedure descritte.

E' chiaro che non è questo l'obiettivo finale dei conteggi che si fanno in pratica, e che servono per determinare cadute di tensione e ripartizioni di correnti a carico o in corto circuito; in fatti uno dei problemi costruttivi di più difficile soluzione nei trasformatori a due piani è il calcolo delle sollecitazioni elettrodinamiche con corti circuiti che interessano un solo piano, e che per l'asimmetria della distribuzione assiale delle forze magnetomotrici sono elevatissime.

La base per questo calcolo è la conoscenza della ripartizione delle correnti, e quindi delle f.m.m. nelle varie bobine dei due piani; per ben note esigenze costruttive le varie bobine sono collegate tra loro in serie o in parallelo, e, in relazione alla posizione del commutatore, in addizione o in sottrazione.

Inizialmente, via via che la teoria esposta nella precedente parte del lavoro e in questa veniva abbozzata e perfezionata, le misure sperimentali sono state fatta su un modello, e cioè un trasformatore monofase con nucleo a mantello, con 5+5 avvolgimenti; la potenza della macchina era di circa 5 kVA equivalenti.

In questo caso le reattanze non erano di molto superiori alle resistenze e di conseguenza la verifica sperimentale era resa difficile dalla presenza di componenti resistive che andavano caso per caso detratte dalle impedenze.
C 'era poi l'incertezza dovuta agli effetti di scala, e per questa ragione è stato approntato un secondo trasformatore, di potenza molto superiore (6500 kVA monofase) in modo tale da riportare le resistenze alle reali proporzioni rispetto alle reattanze. Questo trasformatore era dotato di 7+7 avvolgimenti, ma i rilievi e i conteggi sono stati condotti solo fino a configurazioni con 5+5 avvolgimenti per due distinte ragioni: in primo luogo è molto improbabile che un trasformatore a due piani abbia più di 5+5 = 10 bobine distinte, e non è a nostra conoscenza che al momento attuale siano state costruite macchine più complesse. Poi il processo logico con cui si passa dai trasformatori a 4+4 a quelli a 5+5 avvolgimenti rimane del tutto identico nel caso di numeri maggiori.

Per inciso si precisa che questo trasformatore, con i 7+7 avvolgimenti collegati in serie a coppie sovrapposte, e quindi equivalente ad un trasformatore a 7 bobine coassiali concentriche è stato impiegato per i rilievi sperimentali che corredano la prima parte di questo lavoro.

La fotografia di fig. 6.1 mostra entrambi i trasformatori impiegati: a sinistra in basso il 5 kVA, 5+5 avvolgimenti, a destra il 6500 kVA, 7+7 avvolgimenti: si osservi il fascio dei collegamenti che facevano capo ad una grande basetta su cui comparivano ben 108 morsetti, e su cui venivano fatti dall'interno della cabina i vari collegamenti.

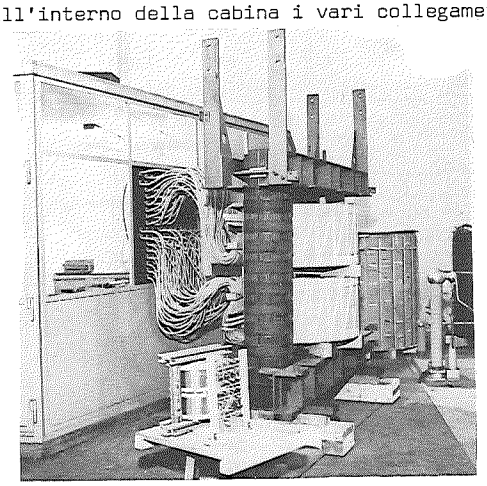


Fig. 6.1 I due modelli utilizzati per le misure sperimentali. In basso a sinistra un modello da 5 kVA, 5+5 avvolgimenti su cui

sono stati fatti i rilievi preliminari, dietro il modello a 7+7 avvolgimenti da 6500 kVA monofase.

C'è da precisare che in realtà questo trasformatore è ancora più complesso di quanto sopra esposto, in quanto i vari avvolgimenti sono dotati di prese per studiare comportamenti particolari, che trovano comunque interpretazione nella teoria generale esposta (fig. 6.2).

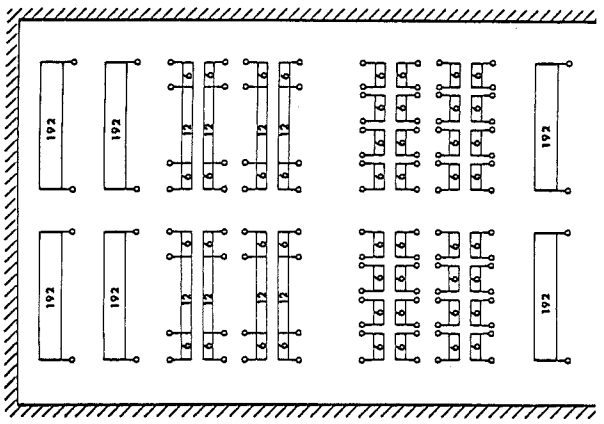


Fig. 6.2 Sezione schematica e terminali del modello di trasformatore da 6.5 MVA. Come si vede esiste un gran numero di prese e di sezioni separate che permettono di simulare situazioni elettromagnetiche assai più numerose di quelle considerate nella I e II parte del lavoro. All'interno di ogni sezione è indicato il numero delle spire.

Anche se in certe configurazioni circuitali le impedenze binarie che si misurano sul modello da 5 kVA hanno resistenze superiori alle reattanze, bisogna riconoscere che le verifiche sperimentali, che qui non sono riportate, erano abbastanza soddisfacenti; col trasformatore da 6500 kVA si è cioè raggiungo un maggior grado di certezza, ma l'applicabilità del metodo di determinazione delle reti equivalenti era comunque dimostrabile con mezzi modesti.

Qui di seguito si espongono i risultati dei cosiddetti test esterni, ossia confronti tra calcoli e misure su configurazioni complesse, in gran parte riproducenti gli effettivi collegamenti che si fanno all'interno dei trasformatori a due piani, alcune volutamente improbabili ma di grande interesse per la verifica delle reti proposte.

Come è già stato anticipato nella premessa si confrontavano per ogni caso tre diverse quantità:

- i dati rilevati sperimentalmente;
- i dati caldolati mediante la soluzione analitico-matematica basati sulle reattanze binarie misurate;
- i dati calcolati mediante la rete equivalente, basati su parametri determinati secondo le procedure esposte, delle reattanze binarie misurate.

Ora tutti questi elementi sono affetti da errori di natura diversa: i primi solamente da errori di misura; i secondi da errori di misura dei dati di partenza, le reattanze binarie, mentre il calcolo è teoricamente "esatto".

I terzi, che sono quelli di cui si vuole dimostrare la validità, sono affetti e dagli errori di misura delle reattanze binarie, e dagli errori introdotti dalle approssimazioni proprie della rete equivalente: nella misura in cui questi ultimi corrispondono ai primi è verificata la loro consistenza.

Tutti i casi che ora verranno considerati presentano sempre un avvolgimento di un piano in corto circuito, altri avvolgimenti eventualmente aperti, e altri collegati tra loro e alimentati.

Per svincolare il comportamento dai numeri di spire dei vari avvolgimenti, le ripartizioni delle correnti nei vari circuiti saranno sempre espresse in termini di forze magnetomotrici, ponendo pari a 100 la f.m.m. dell'avvolgimento in corto circuito.

In altri casi sarà semplicemente fornito il valore della reattanza del trasformatore in corto circuito "vista" dal lato alimentazione.

6.1 Trasformatore a 2+2 avvolgimenti

Il trasformatore a 2+2 avvolgimenti può essere rappresentato con due reti equivalenti, che si differenziano unicamente per la presenza, nella più completa delle due, della reattanza di lacuna X_ℓ, che si inserisce nel circuito di ritorno delle correnti (si vedano i circuiti equivalenti di fig. 3.2.1d senza reattanza di lacuna e di fig. 3.3.1d con la reattanza di lacuna X_ℓ).

Di conseguenza per i vari schemi che saranno considerati, e che sono rappresentati in fig. 6.1.1, vengono confrontati con le misure da una parte e con i valori calcolati per via matematica dall'altra i risultati ottenuti con l'impiego di entrambe le reti equivalenti.

Schema 1 di fig. 6.1.1
Rappresenta la condizione di corto circuito più interessante, e cioè con due avvolgimenti assialmente sovrapposti in parallelo (che corrispondono alla classica configurazione con presa al centro) e uno degli altri due in corto circuito. Le reattanze binarie hanno i valori indicati in precedenza e già utilizzati per i test interni.
Data la semplicità delle due reti, è possibile scrivere le espressioni di calcolo della reattanza di corto circuito :

$$\text{Rete A (senza } X_\ell\text{)} : X_{cc} = X_1 + \frac{X_3(X_4+X_d)}{X_3 + X_4 + X_d}$$

$$\text{Rete B (con } X_\ell\text{)} \quad : X_{cc} = X_1 + X_\ell + \frac{X_3(X_4+X_d)}{X_3 + X_4 + X_d}$$

Nella tabella 8 sono raccolti i risultati dei calcoli e delle misure; le f.m.m. dei vari avvolgimenti sono espresse, per maggior semplicità, ponendo pari a 100 il valore di quella relativa avvolgimento in corto circuito.
Con il segno negativo sono indicate le f.m.m. di verso opposto a quella dell'avvogimento in corto circuito.

Tab. 8 - Valori delle grandezze caratteristiche relative allo schema 1 di fig. 6.1.1

	Misura	Calcolo matematico	Desunti dalla rete equiv.	
			Rete A	Rete B
$X_{cc}=\frac{V_c}{I_c}$	2.69 Ω	2,65 Ω	2,65 Ω	2,66 Ω
M_1	+100	+100	+100	+100
M_3	- 96,6	- 96,66	- 96,5	- 96,7
M_4	- 3,4	- 3,33	- 3,5	- 3,3

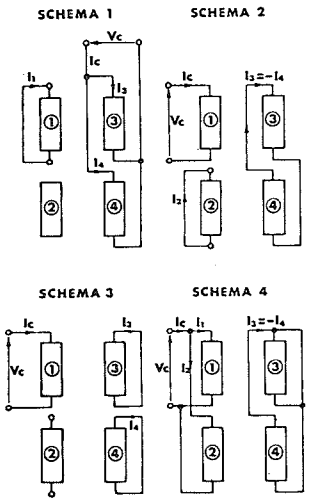


Fig. 6.1.1 Condizioni di prova per la configurazione a 2+2 avvolgimenti.

Schema 2 di Fig. 6.1.1

In questo caso è alimentato l'avvolgimento interno, i due avvolgimenti esterni sono in parallelo ($I_3 = -I_4$) ed è in corto circuito l'altro avvolgimento interno corrispondente a quello alimentato.

La reattanza di lacuna non entra in gioco, e quindi in entrambi i casi risulta :

$$X_{cc} = X_1 + X_2 + \frac{(X_3+X_4)\,X_d}{X_3+X_4+X_d}$$

Nella tabella 9 sono raccolti i risultati dei calcoli e delle misure delle grandezze più caratteristiche (reattanza di corto circuito X_{cc} e f.m.m. di ciascun avvolgimento).

Tab. 9 - Valori delle grandezze caratteristiche relative allo schema 2 di fig. 6.1.1

	Misura	Calcolo matemat.	Desunti dalla rete equiv.	
			Rete A	Rete B
$X_{cc} = \frac{V_c}{I_c}$	5,08 Ω	5,03 Ω	5,22 Ω	5,07 Ω
M_1	100	100	100	100
M_2	-100	-100	-100	-100
M_3	- 92,7	- 93,4	- 93,1	- 93,3
M_4	+ 92,7	+ 93,4	+ 93,1	+ 93,3

Schema 3 di fig. 6.1.1

Il collegamento è identico al precedente, ma entrambi gli avvolgimenti esterni sono in corto circuito; la ripartizione è identica a quella dello schema 1.

Le espressioni di calcolo di X_{cc} sono pure uguali.

Nella tabella 10 vengono riportati i valori della reattanza di corco circuito X_{cc}.

Tab. 10 - Valori della reattanza di corto circuito dello schema 3 di fig. 6.1.1

	Misura	Calcolo matemat.	Desunti dalla rete equiv.	
			Rete A	Rete B
$X_{cc} = \frac{V_c}{I_c}$	2.63 Ω	2.65 Ω	2.65 Ω	2.66 Ω

Schema 4 di fig. 6.1.1

Con questo collegamento il trasformatore è diventato un semplice trasformatore a due avvolgimenti un corto circuito. E' un esempio interessante in quanto mostra l'effetto e l'influenza della reattanza di lacuna X_ℓ.

Le espressioni di X_{cc} sono complesse e non sono riportate.

Nella tabella 11 vengono riportati i valori della reattanza di corto circuito X_{cc}.

Tab. 11 - Valori della reattanza di corto circuito dello schema 4 di fig. 6.1.1

	Misurata	Calcolo matemat.	Desunti dalla rete equiv.	
			Rete A	Rete B
$X_{cc} = \frac{V_c}{I_c}$	1.36 Ω	1.39 Ω	1.34 Ω	1.34 Ω

Il complesso di questi dati consente di valutare l'adattamento delle due reti (A: senza reattanza di lacuna; B : con reattanza di lacuna) ai valori misurati e calcolati per via analitica: se ne può dedurre che la maggior complessità della rete B è scarsamente giustificata e la più semplice rete A è largamente sufficiente agli effetti pratici.

6.2 Trasformatore a 3+3 avvolgimenti

Le verifiche sul trasformatore a 3+3 avvolgimenti sono state effettuate con una configurazione che si ispira ai collegamenti che spesso vengono attuati su macchine a due piani.

Le due coppie assiali di avvolgimenti esterni sono collegati stabilmente in parallelo, e poi connesse o in serie additiva (schema 1, di fig. 6.2.1) o in serie sottrattiva (schema 2, di fig. 6.2.1) in altri termini si riproduce la situazione in cui 3 e 4 sono l'avvolgimento di alta tensione, 5 e 6 il relativo avvolgimento di regolazione (in somma o in sottrazione) mentre 1 e 2 sono i due avvolgimenti che vengono collegati a due circuiti distinti, e dei quali uno può andare in corto circuito.

Nelle tabelle 12 e 13, riassuntive dei risultati (reattanza di corto circuito X_{cc}, e f.m.m. di ciascun avvolgimento), è stata aggiunta una riga in cui si indica la congruenza del bilancio totale delle f.m.m. di tutti gli avvolgimenti.

Tab. 12 - Valori delle grandezze caratteristiche relative allo schema 1 di fig. 6.2.1

	Misura	Calcolo matemat.	Desunti dalla rete equival.
$X_{cc} = \frac{V_c}{I_c}$	4,34 Ω	4,27 Ω	4,30 Ω
M_1	+100	+100	+100
M_3	- 89	- 92	- 95
M_4	+ 11	+ 12	+ 15
M_5	- 8	- 6	- 5
M_6	- 14	- 16	- 15
ΣFMM	+111 -111	+112 -114	+115 -115

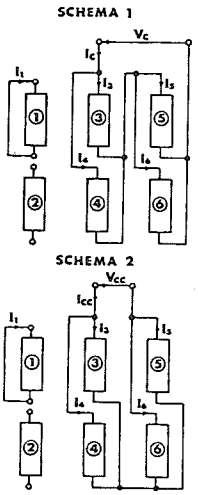


Fig. 6.2.1 Condizioni di prova per la configurazione a 3+3 avvolgimenti.

Tab. 13 - Valori delle grandezze caratteristiche relative allo schema 2 di fig. 6.2.1

	Misura	Calcolo matemat.	Desunti dalla rete equival.
$X_{cc} = \frac{V_c}{I_c}$	1,54 Ω	1,52 Ω	1,53 Ω
M_1	+100	+100	+100
M_3	-117	-119	-121
M_4	- 17	- 15	- 13
M_5	+ 21	+ 22	+ 22
M_6	+ 13	+ 12	+ 12
ΣFMM	+134 -134	+134 +134	+134 -134

6.3 Trasformatore a 4+4 avvolgimenti

Le verifiche riportate per il trasformatore a 4+4 avvolgimenti sono leggermente diverse da quelle considerate per il caso precedente a 3+3 avvolgimenti, e questo allo scopo di mettere in evidenza alcuni fenomeni interessanti oltre che valutare la validità della rete equivalente. Il primo schema di fig. 6.3.1 è infatti praticamente identico allo schema 1 di fig. 6.1.1, a parte la presenza delle due coppie di avvolgimenti 5-6 e 7-8 collegati in parallelo tra loro. Permette quindi di valutare l'effetto di eventuali avvolgimenti stabilmente in parallelo ma non percorsi dalla corrente di carico sulla ripartizione delle f.m.m. nei due piani, situazione che si verifica se le bobine 5-6 e 7-8 sono avvolgimenti di regolazione esclusi per essere la macchina in posizione, ad esempio, di tensione media.

Il secondo schema di fig. 6.3.1 è invece relativo ad una posizione di massimo numero di spire nel circuito, e corrisponde ad un'estensione di quanto visto per la serie additiva nel trasformatore a 3+3 avvolgimenti.

Le due tabelle 14 e 15 raccolgono con la consueta simbologia i risultati dei calcoli :

Tab. 14 - Valori delle grandezze caratteristiche relative allo schema 1 di fig. 6.3.1

	Misura	Calcolo matemat.	Desunti dalla rete equival.
$X_{cc} = \frac{V_c}{I_c}$	4.34 Ω	4.27 Ω	4,30 Ω
M_1	+100	+100	+100
M_3	- 99	-101	- 99
M_4	- 3	- 3	- 3
M_5	- 2	- 6	- 3
M_6	+ 2	+ 6	+ 3
M_7	+ 1	+ 2	+ 1
M_8	- 1	- 2	- 1
ΣFMM	+103 -105	+108 -112	+104 -106

Tab. 15 - Valori delle grandezze caratteristiche relative allo schema 2 di fig. 6.3.1

	Misura	Calcolo matemat.	Desunti dalla rete equival.
$X_{cc} = \frac{V_c}{I_c}$	6,50 Ω	6,42 Ω	6,23 Ω
M_1	+100	+100	+100
M_3	- 83	- 85	- 82
M_4	+ 17	+ 18	+ 16
M_5	- 7	- 7	- 7
M_6	- 11	- 13	- 10
M_7	- 7	- 7	- 7
M_8	- 10	- 10	- 10
ΣFMM	+117 -118	+118 -122	+116 -116

6.4 Trasformatore a 5+5 avvolgimenti

Per il trasformatore a 5+5 avvolgimenti, che è il più complesso di quelli considerati in questo studio sia teoricamente - e cioè ai fini della determinazione della rete equivalente - sia dal punto di vista sperimentale, riportiamo una serie di misure più estesa che nei casi precedenti, e la cui corrispondenza coi calcoli permette di esprimere un giudizio complessivo sulla validità delle procedure esposte.

Le seguenti quattro tabelle 16, 17, 18 e 19 si riferiscono ai collegamenti indicati con gli schemi 1, 2, 3 e 4 nella fig. 6.4.1, e che individuano queste diverse situazioni circuitali :

Schema 1 : E' l'estrapolazione degli schemi 1 di fig. 6.1.1 e 1 di fig. 6.3.1, e il suo significato è già stato sottolineato nel paragrafo precedente.

Schema 2 : Corrisponde ad un trasformatore con inserito un primo gradino di regolazione (avv. 5-6) mentre altri due (7-8 e 9-10) sono in parallelo ma fuori circuito.

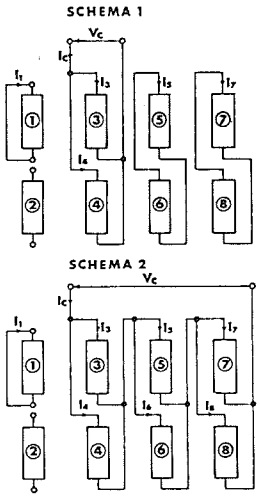


Fig. 6.3.1 Condizioni di prova per la configurazione a 4+4 avvolgimenti.

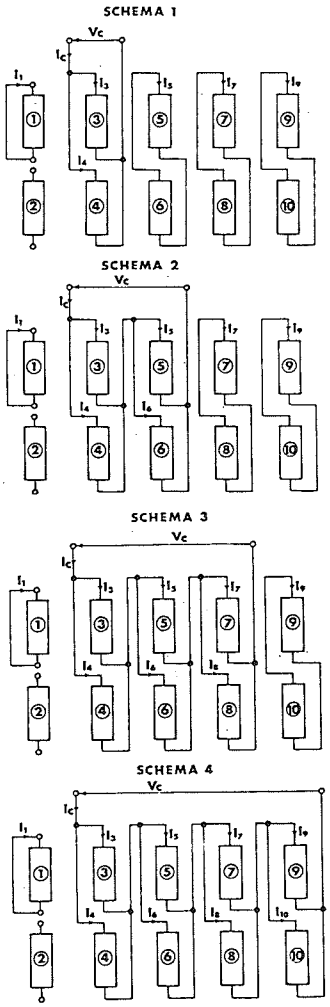


Fig. 6.4.1 Condizioni di prova per la configurazione a 5+5 avvolgimenti.

Schema 3 : Rispetto al precedente sono in serie le coppie 3-4, 5-6, 7-8, mentre ancora la copia 9-10 è fuori circuito.

Schema 4 : Tutte le coppie sono in serie tra di loro.

Tab. 16 - Valori delle grandezze caratteristiche relative allo schema 1 di fig. 6-4-1

	Misura	Calcolo matemat.	Desunti dalla rete equival.
$X_{cc} = \frac{V_c}{I_c}$	2,66 Ω	2,65 Ω	2,68 Ω
M_1	+100	+100	+100
M_3	-100	-101	- 99
M_4	- 2	- 2	- 2
M_5	- 5	- 7	- 4
M_6	+ 5	+ 7	+ 4
M_7	+ 0,5	+ 1	+ 0,4
M_8	- 0,5	- 1	- 0,4
M_9	- 1	- 2	- 0,2
M_{10}	+ 1	+ 2	+ 0,2
ΣFMM	+106 -108	+110 -113	+104 -105

Tab. 17 - Valori delle grandezze caratteristiche relative allo schema 2 di fig. 6.4.1

	Misura	Calcolo matemat.	Desunti dalla rete equival.
$X_{cc} = \frac{V_c}{I_c}$	6,48 Ω	6,39 Ω	6,55 Ω
M_1	+100	+100	+100
M_3	- 83	- 85	- 82
M_4	+ 17	+ 18	+ 15
M_5	- 13	- 11	- 14
M_6	- 21	- 23	- 19
M_7	+ 0,5	+ 1	+ 0,5
M_8	- 0,5	- 1	- 0,5
M_9	- 1	- 2	- 0,4
M_{10}	+ 1	+ 2	+ 0,4
ΣFMM	+118 -118	+121 -122	+115 -115

Tab. 18 - Valori delle grandezze caratteristiche relative allo schema 3 di fig. 6.4.1

	Misura	Calcolo matematico	Desunti dalla rete equival.
$X_{cc} = \frac{V_c}{I_c}$	9,26 Ω	9,11 Ω	9,50 Ω
M_1	+100	+100	+100
M_3	- 78	- 80	- 77
M_4	+ 22	+ 23	+ 20
M_5	- 11	- 9	- 12
M_6	- 19	- 21	- 17
M_7	- 7	- 7	- 7
M_8	- 7	- 7	- 7
M_9	+ 1	+ 2	+ 3
M_{10}	- 1	- 2	- 3
ΣFMM	+123 -123	+125 -126	+123 -123

Tab. 19 - Valori delle grandezze caratteristiche relative allo schema 4 di fig. 6.4.1

	Misura	Calcolo matematico	Desunti dalla rete equival.
$X_{cc} = \frac{V_c}{I_c}$	12,64 Ω	12,64 Ω	12,64 Ω
M_1	+100	+100	+100
M_3	- 75	- 76	- 74
M_4	+ 26	+ 26	+ 25
M_5	- 9	- 7	- 10
M_6	- 17	- 19	- 16
M_7	- 6	- 6	- 6
M_8	- 6	- 7	- 7
M_9	- 7	- 8	- 6
M_{10}	- 6	- 4	- 6
ΣFMM	+126 -126	+126 -127	+125 -125

7. CONCLUSIONE

Nella prima parte di questo lavoro (cfr. L'Elettrotecnica No. 4 Aprile 1979, pagg. 321-336) è stata proposta una soluzione al problema della determinazione delle reti equivalenti di trasformatori a più avvolgimenti con distribuzione unicamente radiale delle forze magnetomotrici. Il risultato a cui si era pervenuti era particolarmente interessante, in quanto ad una struttura fisica ripetitiva (i vari avvolgimenti posti attorno al nucleo) corrisponde una rete essa pure ripetitiva, in cui l'aggiunta di un nuovo avvolgimento si riduce nella comparsa di due nuovi elementi circuitali nella rete equivalente. La verifica dell'aderenza tra teoria e pratica sperimentale non ha presentato difficoltà di sorta, ed è stata effettuata per confronto diretto con configurazioni con un massimo di 7 avvolgimenti.

In questa seconda parte è stato affrontato un problema più complesso, e cioè la determinazione della rete equivalente di trasformatori con distribuzione contemporaneamente assiale e radiale delle forze magnetomotrici: è questo il caso che si presenta quando gli avvolgimenti sono disposti su due "piani" identici e sovrapposti.

Questa esecuzione, anche se non molto comune, ha avuto una certa diffusione negli ultimi anni ed ha posto ai progettisti problemi non indifferenti di calcolo.

La determinazione delle reti equivalenti per i trasformatori a due piani è stata effettuata applicando il procedimento descritto nella prima parte, ed eseguendo verifiche di congruenza interna ed esterna: sono così stati individuati gli schemi di trasformatori a 2+2, 3+3, 4+4 e 5+5 avvolgimenti.

I risultati ottenuti sono di una certa generalità, e consentono di descrivere in maniera semplice il comportamento di macchine di questo tipo mediante le seguenti proposizioni :

1) Ciascun piano (e cioè ciascuno dei due gruppi uguali di avvolgimenti con disposizione unicamente radiale) si comporta esattamente come un trasformatore a n avvolgimenti.
   Di conseguenza nella rete equivalente di un qualsiasi trasformatore a due piani a n+n avvolgimenti compaiono ben distinte due reti identiche ciascuna relativa ad un piano.

2) Le mutue azioni tra avvolgimenti appartenenti a piani diversi trovano una completa rappresentazione in uno o due elementi circuitali che sono stati chiamati reattanze di disaccoppiamento, e che sono funzione della distanza assiale tra gruppi.
   In base a una schematizzazione dei concatenamenti completa queste reattanze di disaccoppiamento risultano in numero di due; nei casi più semplici, e cioè nei trasformatori a 2+2 e 3+3 avvolgimenti, possono essere conglobate in un unico elemento circuitale senza introdurre errori apprezzabili.

3) Se le coppie di avvolgimenti che si corrispondono assialmente vengono collegate in serie, un trasformatore a due piani a n+n avvolgimenti si riduce ad un trasformatore ad un piano a solo n avvolgimenti. Ora la presenza della lacuna al centro fa sì che le reattanze nella nuova configurazione non siano esattamente multiple di quelle della configurazione precedente, come accadrebbe in assenza di lacuna. Questo particolare comportamento è rappresentato nella rete equivalente di un trasformatore a 2 piani mediante un elemento circuitale che è stato chiamato reattanza di lacuna. Calcoli eseguiti con reti che comprendono o che non tengono conto delle reattanze di lacuna hanno mostrato che, a parte l'interesse teorico che ha questo elemento circuitale, non è necessario introdurlo nelle reti di uso corrente; non vi sono infatti differenze apprezzabili nei due casi.

Come è stato accennato nella premessa e sviluppato più a fondo nel 2° paragrafo, allo scopo di verificare in modo più attendibile possibile la validità delle reti equivalenti determinate per via teorica è stato messo a punto un metodo puramente matematico per lo studio del trasformatore a n avvolgimenti.

In questo caso la geometria della macchina non entra in alcun modo nei conteggi, e di conseguenza trasformatori a uno o due piani, o con qualsiasi altra configurazione sono trattati in modo del tutto identico. Di conseguenza l'approccio matematico, che non presuppone alcuna conoscenza della macchina ma elabora semplicemente le varie reattanze binarie in funzione dei collegamenti interni ed esterni, è di minore aiuto al progettista che desidera concentrare, o visualizzare, in un unico elemento circuitale il fenomeno che gli interessa. Come contropartita la soluzione matematica della rete è esatta e prescinde completamente dal numero di avvolgimenti, ed è quindi più adatta ad essere risolta mediante un elaboratore.

Un'altra importante osservazione nasce dal confronto delle reti dei trasformatori a 4 o 6 avvolgimenti e quelli dei corrispondenti trasformatori a due piani a 2+2 e 3+3 avvolgimenti. Infatti anche se le schematizzazioni di partenza dei vari tubi di flusso sembrano completamente diverse in definitiva le reti sono assolutamente identiche: questo mostra che, anche se a prima vista l'arbitrarietà con cui si scelgono i percorsi dei tubi di flusso di dispersione può far supporre che esistono numerose soluzioni diverse, e quindi altrettante reti "egualmente equivalenti", in realtà una sola è la configurazione finale: questa dovrebbe rassicurare coloro che eventualmente vedono nella schematizzazione iniziale una fonte di indeterminazione (Fig. 7.1).

In altri termini questo equivale a dire che, dato un qualsiasi sistema di bobine magneticamente accoppiate, esiste una sola configurazione della rete magnetica che ne interpreta le mutue azioni. Naturalmente la strada seguita per i trasformatori ad uno e a due piani può essere impiegata in molti altri casi, come per gli avvolgimenti compensatori, o per gli avvolgimenti a numerose sezioni in parallelo come quelli usati nei trasformatori da forno o per raddrizzamento. In ogni ca-

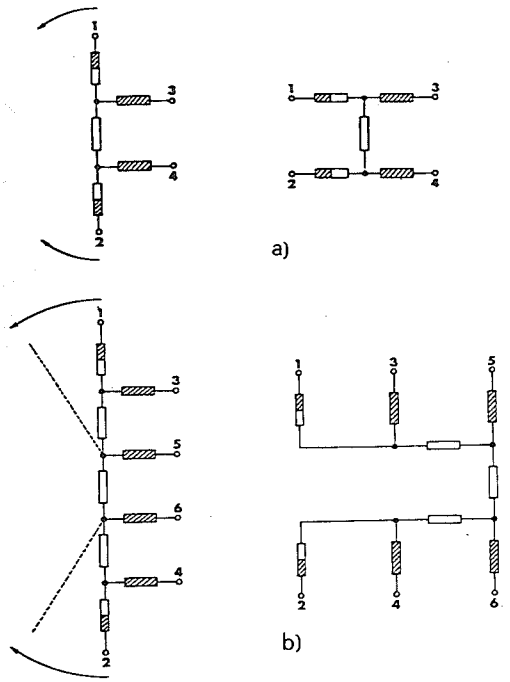


Fig. 7.1 - La figura mostra l'esatta corrispondenza dei circuiti equivalenti dei trasformatori a un solo piano a 4 e 6 avvolgimenti con quelli a due piani rispettivamente a 2+2 e 3+3 avvolgimenti.

so è solo l'esperienza che conferma la validità delle reti che possono essere tracciate.

In conclusione gli autori desiderano ringraziare il p.i. P. Gattone del C.R.E.L. dell'ENEL e il p.i. G. Baccaro della OEL per la collaborazione durante la fase sperimentale della ricerca.

APPENDICE

Il trasformatore in esame abbia :
- numero di avvolgimenti pari ad n;
- f.e.m./spira pari ad e;
- tensioni nominali dei vari avvolgimenti pari a $V_{N(i)}$, ove con l'indice (i) si è indicato il generico avvolgimento imo.

I corrispondenti numeri di spire sono dunque $N_{(i)} = \frac{V_{N(i)}}{e}$.

Con riferimento a fig. 2.1 (che va considerata come una scatola chiusa) per quanto riguarda i trasformatori ideali si precisa che :

- ai morsetti dei primari (numero di spire $N_{(i)}$) appaiono le tensioni $V_{(i)}$ e le correnti $I_{(i)}$ dei corrispondenti avvolgimenti della macchina reale;
- i secondari presentano tutti lo stesso numero di spire N', scelto ad arbitrio; a tale base di riferimento comune devono essere riferite le impedenze di corto circuito binario espresse in ohm della macchina reale; siano $Z_{(i,j)}$ i valori noti di questi parametri [1].

Scelto a piacere un avvolgimento come riferimento comune, ad esempio l'avvolgimento nmo, si può porre :

$$\text{per } i \neq n \qquad V'_{(i)} - V'_{(n)} = \sum_{j=1}^{(n-1)} a_{n(i,j)} I'_{(j)} \qquad \text{(A1}$$

dove l'indice n attribuito ai coefficienti $a_{n(i,j)}$ segnala appunto l'avvolgimento scelto come riferimento comune.

Per i variabili da 1 a (n-1) si possono scrivere altrettante equazioni nella forma (A1, cui può essere aggiunta l'ulteriore equazione:

$$\sum_{j=1}^{n} I'_j = 0 \qquad \text{(A2}$$

Affinchè siano rispettati i valori imposti delle impedenze binarie di corto circuito i coefficienti $a_{n(i,j)}$ delle equazioni (A1 devono essere 1 :

$$\text{per } i = j = k \qquad a_{n(k,k)} = Z_{(n,k)} \qquad \text{(A3}$$

$$\text{per } i \neq j \qquad a_{n(i,j)} = Z_{(n,i)} + Z_{(n,j)} - Z_{(i,j)} \qquad /2$$

L'insieme delle equazioni (A1 e (A2 scritte esplicitando le grandezze primarie V e I attraverso i rapporti di trasformazione dei trasformatori ideali $k_{(i)} = (N_{(i)})/N'$ costituisce un sistema di n equazioni lineari nelle 2 n incognite $V_{(i)}$, $I_{(i)}$. Grazie ai valori attribuiti ai parametri $a_{n(i,j)}$, detto sistema garantisce il rispetto dei valori imposti per le impedenze binarie di corto circuito.

Per risolvere il sistema si devono aggiungere altre n equazioni lineari che precisano le condizioni al contorno: collegamenti fra gli avvolgimenti, condizioni di alimentazione e condizioni di carico o di corto circuito.

E' immediato riconoscere che, essendo n il numero degli avvolgimenti, sono necessariamente n le equazioni che indicano le condizioni al contorno.

In conclusione dunque si perviene al sistema risolutivo di 2n equazioni lineari nelle 2n incognite $V_{(i)}$, $I_{(i)}$ del tipo qui riportato :

(^)
$$\frac{1}{K_{(1)}} V_{(1)} - \frac{1}{K_{(n)}} V_{(n)} = \sum_{j=1}^{(n-1)} a_{n(1,j)} K_{(j)} I_{(j)}$$

$$\frac{1}{K_{(i)}} V_{(i)} - \frac{1}{K_{(n)}} V_{(n)} = \sum_{j=1}^{(n-1)} a_{n(i,j)} K_{(j)} I_{(j)}$$

$$\frac{1}{K_{(n-1)}} V_{(n-1)} - \frac{1}{K_{(n)}} = \sum_{j=1}^{(n-1} a_{n(n-1,j)} K_{(j)} I_{(j)}$$

$$\sum_{j=1}^{n} K_{(j)} I_{(j)} = 0$$

(^^) ---

(^) n equaz. impongono il rispetto delle impedenze binarie di c.to c.to

(^^) n equaz. descrivono le condizioni al contorno.

(1) Sia $Z_{(i,j)}\%$ un valore di impedenza di corto circuito binario espressa in % riferita a potenza di colonna pari a P; il valore $Z_{(i,j)}$ si ottiene con la relazione seguente :

$$Z_{(i,j)} = \frac{Z_{(i,j)}\%}{100} \frac{(N' \cdot e)^2}{P}$$

BIBLIOGRAFIA

|1| L.F. BLUME, G. CAMILLI, A. BOYAJAN, V.M. MONTIGER: "Transformer Engineering" - John Wiley & Sons, Second Edit. N.Y. 1951

|2| F.M. STARR "An equivalent circuit for the Four-winding Transformers" General Electric Review March 1933, Vol. 36, n. 3,pag. 150.

|3| L.C. AICHER jr.: "A useful equivalent Circuit for a five-winding Transformer" A.I.E.E. Transactions, February 1943, vol. 62, pag.66

|4| GALASSO G.:"Trasformatori da centrale con due primari" Rivista Marelli, Anno XLI, 1967, n. 1/3, pagg. 25-29.

|5| BABARE A. - COPPADORO F.:"Trasformatori a tre avvolgimenti di cui due di uguale tensione e potenza" L'Energia Elettrica, n.11, 1977, pagg. 516-524.

Manoscritto pervenuto il 4 maggio 1979

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA ITALIANA

AEI

MONOGRAFIE DELL'AEI

1 U. Bordoni - I fenomeni elettrici dell'atmosfera e la protezione degli edifici dalle scariche temporalesche - L. 3000.

2 E. Bottani - *La moderna matematica dei circuiti trifasi.*

3 U. Bordoni - La fotometria moderna: i suoi problemi e le sue tendenze - L. 3000.

4 R. San Nicolò - Le tendenze moderne nella tecnica degli impianti a vapore - L. 3000.

5 G. C. Vallauri - Convertitori statici di corrente elettrica - L. 3000.

6 A. Barbagelata - *La protezione contro le sovracorrenti*

7 C. Rimini - *Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative.*

8 G. Büchi - Funzionamento e costruzione in serie delle turbine idrauliche a reazione - L. 3000.

9 L. Lombardi e G. Corbellini - Congresso mondiale dell'energia elettrica a Tokyo. Corrispondenze preliminari e riassunto dei lavori attinenti all'elettrotecnica - L. 3000.

10 G. Silva - *Studio meccanico dei conduttori delle linee aeree.*

11 E. Santuari - *Alcune considerazioni sui sincroni e sugli asincroni.*

12 A. M. Angelini - *Calcolo operatorio e studio dei circuiti elettrici in regime transitorio.*

13 N. Carrara - Microonde - Teorie elettroniche dei tubi a vuoto alle più alte frequenze - Generazione. trasmissione, propagazione, ricezione e tecnica delle microonde - L. 3000.

14 F. Lori - Il magnetismo e le sostanze ferromagnetiche - L. 3000.

15 F. Sozzani - L'efficienza di trasmissione ed il suo apprezzamento nei sistemi telefonici - L. 3000.

16 A. M. Angelini - Nuove formule risolutive per il calcolo dei regimi variabili nei sistemi lineari a costanti concentrate - L. 3000.

17 G. M. Pestarini - Metadyne Dynamics - L. 3000.

18 G. Giorgi - Regimi variabili nei sistemi lineari - Transients in linear systems - L. 3000.

19 A. M. Angelini - Rievocazione di Augusto Righi - L. 3000.

ESTRATTI DI ELETTROTECNICA

1 F. Di Pasquantonio - Prospettive di una futura utilizzazione delle reazioni nucleari di fusione per produrre energia a scopo industriale quali appaiono da quanto è apparso nella letteratura internazionale - L. 3000.

2 M. Pornaro - Evoluzione dei raddrizzatori e degli apparati elettronici durante il sessantennio di vita dell'AEI - L. 3000.

3 G. Silva - Galileo Ferraris: the rotating magnetic field and the asynchronous motor - L. 3000.

4 A. M. Angelini - Cinetica dei reattori e comportamento degli impianti nucleari in regime variabile - L. 3000.

5 Estratti delle lezioni di elettronica dello stato solido e dei circuiti integrati - L. 6000.

N.B. - I titoli in corsivo si riferiscono a volumi esauriti.

Per l'acquisto rivolgersi all'Ufficio Centrale dell'AEI - 259 Viale Monza, 20126 Milano.

Alcune considerazioni sul rendimento convenzionale dei motori asincroni nel caso di alimentazione non sinusoidale

Riccardo Miglio, Ugo Reggiani, Carlo Tassoni
ISTITUTO DI ELETTROTECNICA UNIVERSITA' DI BOLOGNA

Sommario. Viene considerato il problema del rendimento convenzionale dei motori asincroni alimentati in tensione tramite convertitore statico di frequenza.

L'esame del comportamento della macchina consente di affermare che l'effetto delle armoniche temporali è in pratica limitato ad un aumento delle perdite a vuoto. Pertanto il rendimento convenzionale può essere determinato eseguendo, oltre alle normali prove a tensione sinusoidale previste dalle Norme, una prova a vuoto da effettuarsi, a parità di prima armonica, con la tensione deformata fornita dal convertitore.

Elenco dei simboli

f_1 = frequenza fondamentale
V_1 = valore efficace della tensione di fase di alimentazione
V_k = armonica k-esima della tensione di fase di alimentazione, in valore efficace
I = valore efficace della corrente assorbita
I_k^s, I_k^r = armonica k-esima della corrente di statore e di rotore, in valore efficace
I_o = valore efficace della corrente a vuoto
I_{1o} = armonica fondamentale della corrente a vuoto, in valore efficace
P_{ass} = potenza assorbita a carico
$P_{ass,o}$ = potenza assorbita a vuoto
P_{Fe} = perdite nel ferro
P_{av} = perdite per attrito e ventilazione
$P_{add,arm}$ = perdite addizionali associate alle armoniche temporali
P_m = potenza meccanica
P_{t_1} = potenza trasmessa relativa all'armonica fondamentale
P_d = perdite totali
r_c^s = resistenza di una fase di statore in corrente continua
r_k^s, l_k^s = resistenza ed induttanza di dispersione di una fase di statore relative alla k-esima armonica
r_k^r, l_k^r = resistenza ed induttanza di dispersione di una fase di rotore ridotte a statore relative alla k-esima armonica
l_k^m = induttanza del ramo magnetizzante relativa alla k-esima armonica
s_k = scorrimento per la k-esima armonica
k = ordine di armonica

Le potenze contrassegnate con apice si riferiscono al caso di alimentazione non sinusoidale.

1. INTRODUZIONE

Nei motori asincroni, alimentati per il tramite di un convertitore statico di frequenza, la presenza di armoniche cospicue nella tensione applicata dà luogo a fenomeni la cui influenza sul comportamento del motore non può essere in generale trascurata. Fra questi, in particolare, un aumento di perdite e quindi una diminuzione di rendimento. Perciò, se la determinazione del rendimento deve essere fatta con un metodo indiretto, è necessario premettere una indagine sulle perdite della macchina e sulle prove da effettuare per il loro rilievo o calcolo. Il procedimento indiretto, suggerito dalle Norme CEI [1] per

il caso di alimentazione sinusoidale, va dunque analizzato criticamente, onde stabilire se esso sia o meno da ritenersi ancora valido nel caso sopra accennato.

Come risultato dell'esame condotto nel presente lavoro, in cui - dopo un breve richiamo delle modalità di esecuzione delle prove e dell'elaborazione dei risultati delle stesse - si è considerato il funzionamento della macchina alimentata in tensione con onda distorta, appaiono interessanti i seguenti fatti: a) l'incremento delle perdite risulta pressochè indipendente dal carico; b) per determinare tale incremento è fondamentale la prova a vuoto.

Per completezza di indagine si è poi considerata e verificata la variazione di queste perdite e di quelle fondamentali con la frequenza, nel caso di una legge tensione-frequenza di alimentazione lineare e di contenuto armonico della tensione indipendente dalla frequenza.

2. DETERMINAZIONE INDIRETTA DEL RENDIMENTO

Per la determinazione indiretta del rendimento dei motori asincroni a gabbia le Norme CEI prescrivono che:

a) si calcolino le perdite Joule di statore moltiplicando la resistenza r_c^s (misurata in corrente continua e riportata alla temperatura di riferimento) per il quadrato della corrente;

b) si determinino globalmente le perdite nel ferro, le perdite addizionali a vuoto e le perdite per attrito e ventilazione sottraendo dalla potenza assorbita in una prova a vuoto le corrispondenti perdite per effetto Joule nell'avvolgimento di statore;

c) si esegua una prova a carico per la determinazione delle perdite Joule rotoriche, da calcolarsi come prodotto dello scorrimento per la potenza trasmessa da statore a rotore, e si valuti quest'ultima sottraendo alla potenza assorbita le perdite nel ferro e le perdite Joule di statore;

d) alle perdite precedenti si aggiungano poi le perdite addizionali sotto carico, da assumersi, salvo specificazione contraria, variabili con il quadrato della corrente statorica e uguali, a pieno carico, allo 0,5% della potenza nominale.

3. EFFETTI DELLE ARMONICHE DELLA TENSIONE DI ALIMENTAZIONE SUL FUNZIONAMENTO DEL MOTORE ASINCRONO

Lo studio del motore asincrono alimentato con tensione non sinusoidale viene generalmente affrontato nell'ipotesi che si tratti di un sistema al quale sono applicabili i criteri di sovrapposizione validi per i sistemi lineari, per cui sia lecito considerare separatamente l'effetto delle diverse armoniche della tensione di alimentazione ed attribuire a ciascuna armonica una corrente deducibile da un circuito equivalente analogo a quello della armonica fondamentale [2, 3].

Lo schema al quale si fa riferimento per il calcolo della corrente corrispondente ad una armonica k generica è pertanto quello della fig. 1.

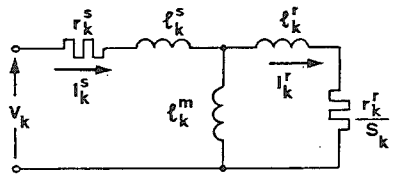


Fig. 1 - Circuito equivalente del motore asincrono relativo alla k-esima armonica.

Lo scorrimento s_k riferito al campo armonico di ordine k è:

$$s_k = \frac{k\,\omega_{c1} \mp \omega_r}{k\,\omega_{c1}}$$

dove ω_{c1} è la velocità angolare del campo rotante fondamentale, ω_r la velocità angolare del rotore; il segno meno corrisponde a campi ruotanti nel verso del campo fondamentale, il segno più a quelli ruotanti in verso opposto.

Nelle normali condizioni di funzionamento del motore (scorrimento del campo fondamentale prossimo a zero e quindi $\omega_r \approx \omega_{c1}$) si può porre:

$$s_k = 1 \mp (1/k)$$

Per $k \geqslant 5$ è in genere tollerabile l'errore che si commette assumendo $s_k = 1$ ed accettando il circuito equivalente di fig. 2 in luogo di quello di fig. 1. Come si vede, il legame fra V_k ed $I_k = I_k^s = I_k^r$ è fornito in maniera semplice dalla corrispondente impedenza di corto circuito.

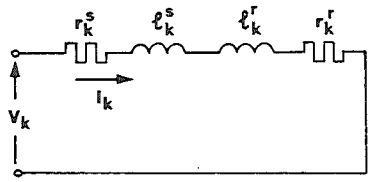


Fig. 2 - Circuito equivalente semplificato del motore relativo alla k-esima armonica.

Con le forme d'onda ed i collegamenti del motore comunemente usati, il caso ora accennato è quello generale, per cui la semplificazione indicata è normalmente valida. Essa però risulta tanto meno atten-

dibile quanto più è bassa la frequenza fondamentale, pertanto è ovvio che possa esservi, ed in generale vi sia, un limite al di sotto del quale non può essere accettata, almeno per le armoniche inferiori. Tale limite si colloca intorno a 10 Hz.

Si osserva poi che, supponendo indipendenti dalla frequenza (e quindi uguali a quelli dell'armonica fondamentale) i parametri del circuito di fig. 2, la corrente I_k è espressa dalla relazione:

$$(1) \qquad I_k = \frac{V_k}{\sqrt{(r_1^s + r_1^r)^2 + 4\pi^2 k^2 f_1^2 (l_1^s + l_1^r)^2}}$$

e per valori sufficientemente elevati del prodotto kf_1:

$$(2) \qquad I_k = \frac{V_k}{2\pi k f_1 \ (l_1^s + l_1^r)}$$

E' però noto che nei motori a gabbia l'induttanza di dispersione rotorica diminuisce all'aumentare della frequenza a causa dell'addensamento della corrente nelle sbarre: si hanno dunque correnti armoniche maggiori di quelle risultanti dall'espressione (2). Si possono ovviamente effettuare le correzioni suggerite dalle formule classiche dell'addensamento nelle sbarre rotoriche (ed eventualmente nell'avvolgimento statorico nel caso di motori di grande potenza) e si nota tuttavia che, in genere, il calcolo fornisce ancora valori in difetto dell'intensità delle correnti armoniche. Il fatto è imputabile alla saturazione del circuito magnetico di dispersione.

Dai risultati, riportati a titolo di esempio nella fig. 3, di misure effettuate su di un motore trifase a gabbia di potenza 12,5 CV, tensione 380 V, corrente 19 A, poli 4, frequenza 50 Hz, si vede che l'effetto della saturazione si manifesta al di sopra del carico nominale e può ritenersi, nel caso in esame, trascurabile entro il limite di sovraccarico di circa il 10%. Si osserva altresì che, al di sotto di questo limite, essendo le correnti armoniche praticamente indipendenti dal carico, anche il loro contributo alle perdite è indipendente dal carico e rimane cioè costante[1]. Le curve di fig. 3 sono state ottenute dall'analisi della corrente assorbita dal motore alimentato con una tensione di fase con forma d'onda a gradini (valore efficace

(1) - Si precisa che questo contributo incide sia sulle perdite Joule statoriche e rotoriche, sia sulle perdite nel ferro ed addizionali.

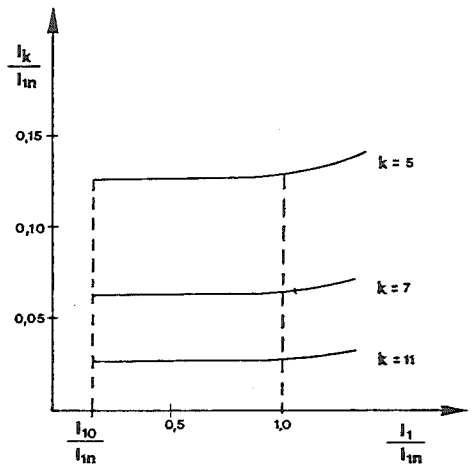


Fig. 3 - Armoniche di corrente di ordine 5,7 e 11 in funzione della corrente fondamentale (tutti i valori sono riferiti alla corrente nominale I_{1n}).

220 V e frequenza 50 Hz).

A riguardo della coppia utile risultante, riferiremo quel che è noto, ossia che questa coincide praticamente con la coppia di prima armonica, essendo complessivamente trascurabili i contributi - in parte negativi ed in parte positivi - delle coppie asincrone armoniche [2, 3]. Se dunque si vuole effettuare un confronto, a parità di grandezze meccaniche di uscita, nelle due condizioni di alimentazione con tensione sinusoidale e non sinusoidale, occorre operare a parità di prima armonica. In tal caso vi è anche uguaglianza fra le prime armoniche di corrente, sia di statore e sia di rotore.

4. DETERMINAZIONE DEL RENDIMENTO CON ALIMENTAZIONE NON SINUSOIDALE

4.1 - 1° procedimento.

Da quanto detto nel paragrafo precedente, si ricava che l'incremento di perdite attribuibile all'alimentazione non sinusoidale rimane sostanzialmente limitato ad un aumento delle perdite a vuoto, per cui si può affermare che se, in aggiunta alle normali prove a tensione sinusoidale previste dalle Norme, fosse anche prescritta una prova a vuoto, da effettuarsi con tensione deformata a parità di prima armonica, sarebbe possibile dare una definizione sostanzialmente corretta del rendimento di un motore asincrono in condizioni di alimentazione non sinusoidale.

Infatti la potenza assorbita a vuoto con tensione non sinusoidale, $P'_{ass,o}$, risulta dalla somma:

$$(3) \qquad P'_{ass,o} = 3\ (r_c^s I_{1o}^2 + \sum_k r_k^s I_{ko}^2) + P_{Fe} + 3 \sum_k r_k^r I_{ko}^2 + P_{add,arm,o} + P_{av}$$

in cui si è indicato con $P_{add,arm,o}$ le perdite prodotte a vuoto dalle armoniche spaziali associate alle armoniche temporali, con I_{ko} l'armonica di ordine k della corrente a vuoto.

Se alle $P'_{ass,o}$ si sottraggono le perdite per effetto Joule nell'avvolgimento statorico valutate a vuoto con tensione sinusoidale, $3\, r^s_c I^2_{1o}$, resta la potenza perduta corrispondente alla somma delle perdite nel ferro, delle perdite meccaniche e delle perdite globalmente attribuite alle correnti armoniche.

Poichè la variazione di queste ultime perdite nel passaggio da vuoto a carico può essere, come si è detto, trascurata, le perdite totali si ottengono semplicemente aggiungendo ancora le perdite Joule di statore e di rotore e le perdite addizionali a carico in regime sinusoidale, ricavate con le modalità prescritte dalle Norme CEI.

Questo procedimento ha il vantaggio di consentire la prova a carico a tensione ridotta con riporto a tensione nominale eseguito secondo le Norme CEI; tale riporto, essendo basato sull'impiego della rappresentazione vettoriale delle tensioni e correnti, non è applicabile al caso di prova a carico con tensione non sinusoidale, che viene esaminato qui di seguito.

4.2 - 2° procedimento.

Per il caso in cui non sia disponibile la strumentazione atta a verificare la coincidenza della prima armonica nelle tensioni di alimentazione, è opportuno prospettare la eventualità di eseguire tutte le prove con alimentazione non sinusoidale.

A tal fine esaminiamo il significato che le quantità misurate assumono in queste condizioni.

a) Moltiplicando la resistenza statorica misurata in corrente continua, r^s_c, per il quadrato della corrente a carico, si ottiene:

$$(4) \qquad 3\, r^s_c I^2 = 3\, r^s_c (I^{s2}_1 + \sum_k I^2_k)$$

che rappresenta la perdita totale nel rame di statore nell'ipotesi, per lo più ammissibile, che l'avvolgimento di statore presenti la stessa resistenza per tutte le armoniche di corrente(2).

b) Se si esegue una prova a vuoto e si sottraggono dalla potenza assorbita $P'_{ass,o}$ le perdite dell'avvolgimento statorico, si ha:

$$(5) \quad P'_o = P'_{ass,o} - 3\, r^s_c (I^2_{1o} + \sum_k I^2_{ko}) = P_{Fe} + 3 \sum_k r^r_k I^2_{ko} + P_{add,arm,o} + P_{av}$$

c) Poniamo ora:

$$(6) \qquad P^*_o = P'_o - P_{av} \quad (3)$$

e osserviamo che:

$$(7) \quad P'_{ass} - P^*_o - 3\, r^s_c (I^{s2}_1 + \sum_k I^2_k) = P_m + 3 (r^r_1 I^{r2}_1 + \sum_k r^r_k I^2_k) + P_{add,arm} - 3 \sum_k r^r_k I^2_{ko} - P_{add,arm,o}$$

Tale relazione può essere semplificata trascurando le variazioni da vuoto a carico delle correnti armoniche e delle perdite $P_{add,arm}$.

Si ha così:

$$(8) \quad P'_{ass} - P^*_o - 3\, r^s_c (I^{s2}_1 + \sum_k I^2_k) = P_m + 3\, r^r_1 I^{r2}_1 = P_{t_1}$$

Si ottiene cioè la potenza trasmessa di prima armonica P_{t_1}, in quanto, come già detto, le armoniche non danno contributo alla potenza meccanica.

Da quest'ultima relazione, ricordando il legame fra perdite Joule rotoriche, scorrimento e potenza trasmessa da statore a rotore, si ricava:

$$(9) \qquad 3\, r^r_1 I^{r2}_1 = s_1 \left[P'_{ass} - P^*_o - 3\, r^s_c (I^{s2}_1 + \sum_k I^2_k) \right]$$

La somma delle (4), (5) e (9) fornisce tutte le perdite presenti, ad eccezione di quelle addizionali a carico connesse con l'armonica fondamentale. Di queste si può tener conto come prescritto per il caso sinusoidale.

Pertanto, anche con alimentazione non sinusoidale, eseguendo le stesse prove ed utilizzando lo stesso procedimento del caso sinusoidale, è possibile una valutazio

(2) - Si osservi che, effettuando questa valutazione delle perdite Joule armoniche dello statore, si ha una lieve discrepanza con la valutazione delle medesime perdite dalla prova a vuoto, a causa della temperatura di riporto della r^s_c.

(3) - Le perdite P_{av} sono determinabili col metodo usuale, poichè tutti gli altri termini di P'_o dipendono dalla tensione di alimentazione.

ne sufficientemente corretta del rendimento convenzionale.

4.3 - Confronto dei risultati.

Le prove indicate sono state eseguite su alcuni motori a gabbia alimentati con una tensione stellata a tre gradini per ogni mezzo ciclo.

Nella tabella 1 sono riportate le potenze risultanti dalle prove effettuate sul motore citato nel par. 3. Il motore è stato alimentato con tensione stellata avente la prima armonica di 220 V, frequenza 50 Hz. Le misure si riferiscono al funzionamento con coppia di 51,3 J/rad e velocità 1400 giri al minuto primo.

Questi risultati confermano la presenza di perdite imputabili alle armoniche che, nel caso riportato, determinano un incremento delle perdite totali di circa il 14%. Si può inoltre osservare che, come era stato previsto teoricamente, la differenza fra le perdite Joule fondamentali di rotore, valutate con alimentazione sinusoidale e non sinusoidale, è nulla, nei limiti degli errori di misura.

che di modulazione a larghezza di impulso con onda quadra, le perdite dovute alle armoniche avrebbero potuto essere anche maggiori di quelle rilevate. Infatti nella modulazione con onda quadra il contenuto armonico è maggiore di quello dell'onda a tre gradini per ogni mezzo ciclo e ad esso tende al crescere del numero degli impulsi. Nella modulazione con onda sinusoidale invece è possibile eliminare le armoniche di ordine inferiore e ridurre notevolmente il contenuto armonico [3, 4].

Per quanto riguarda l'influenza dei parametri costruttivi del motore sull'incremento delle perdite dovuto all'alimentazione non sinusoidale, si può osservare che una induttanza di dispersione elevata riduce l'intensità delle correnti armoniche, come risulta dall'equazione (2) [5].

Poichè nei motori ad induzione di serie la gamma dei valori relativi dell'induttanza di dispersione è compresa tra 0,1 e 0,25 [6] e tale valore è di 0,215 per il motore cui si riferiscono i dati di tab.1, l'incremento delle perdite risulta contenuto.

Tabella 1.

Potenze		$3 r_c^s I^2$ [W]	$3 r_c^s I_1^{s2}$ [W]	$P_{ass,o} - 3 r_c^s I_{1o}^2$ [W]	$P_{ass,o} - 3 r_c^s I_o^2$ [W]	$s_1 P_{t_1}$ [W]	$P_d^{(*)}$ [W]
alimentazione sinusoidale			427	460		293	1180
alimentazione non sinusoidale	1° proced.		427	625		293	1345
	2° proced.	467			590	292	1349

(*) In questo termine non sono state comprese le perdite addizionali connesse con l'armonica fondamentale.

Valori pressochè identici delle perdite complessive, presenti con alimentazione non sinusoidale, si ottengono sommando alle perdite Joule di statore e rotore, calcolate dalle prove in regime sinusoidale, la differenza fra la potenza assorbita a vuoto con alimentazione non sinusoidale e il termine $3 r_c^s I_{1o}^2$.

Ovviamente, poichè le perdite dovute all'alimentazione non sinusoidale dipendono essenzialmente dall'intensità delle correnti armoniche, la loro entità è legata sia alla forma d'onda della tensione di alimentazione, sia al valore dell'induttanza di dispersione del motore.

Se, in luogo della tensione a tre gradini per ogni mezzo ciclo, si fosse impiegata una forma d'onda ottenuta con tecni-

Si fa notare infine che, essendo l'intensità delle armoniche di corrente praticamente indipendente dal carico, l'entità percentuale delle corrispondenti perdite aumenta ovviamente ai carichi ridotti.

5. VARIAZIONE DELLE PERDITE CON LA FREQUENZA DI ALIMENTAZIONE

Avendo presente che l'alimentazione dei motori ad induzione tramite invertitore è per lo più impiegata al fine di regolare la velocità mediante controllo di frequenza, può essere opportuno esaminare la dipendenza dalla frequenza delle perdite della macchina in tali condizioni di funzionamento.

A questo proposito occorre distinguere forme d'onda di tensione il cui contenuto armonico varia con la frequenza e forme

d'onda in cui esso è invariante. Nel primo caso la frequenza influisce sulle perdite armoniche direttamente ed indirettamente, in quanto varia il rapporto fra l'ampiezza delle armoniche di tensione e quella dell'armonica fondamentale; nel secondo caso, invece, vi è soltanto una influenza diretta. La forma d'onda a tre gradini per ogni mezzo ciclo, impiegata nelle prove effettuate, rientra nel secondo caso.

Inoltre è necessario fare riferimento a una data legge tensione-frequenza di alimentazione ed a una data condizione di carico. Infatti mentre le perdite nel ferro, le perdite meccaniche e le perdite attribuibili alle armoniche - che intervengono nel rendimento convenzionale - dipendono praticamente solo dalla tensione e dalla frequenza di alimentazione, le perdite Joule fondamentali variano anche con il carico.

Per quanto concerne il primo gruppo di perdite, consideriamo il caso in cui l'ampiezza V_1 e la frequenza f_1 della prima armonica della tensione di alimentazione variano in modo che il rapporto V_1/f_1 rimanga costante. In tali condizioni le perdite fondamentali nel ferro, e così pure le perdite meccaniche, aumentano con la frequenza di alimentazione secondo le note leggi [7].

Relativamente alle perdite nel rame dovute alle correnti armoniche, che costituiscono la parte predominante dell'incremento delle perdite imputabile alla alimentazione non sinusoidale, si consideri la loro espressione:

$$(10) \qquad \Delta P_{Cu} = 3 \sum_k (r_k^s + r_k^r) I_k^2$$

che, trascurando nel calcolo delle correnti le resistenze rispetto alle reattanze ed essendo per l'onda di tensione considerata $V_k = V_1/k$, assume la forma:

$$(11) \qquad \Delta P_{Cu} = 3 \sum_k (r_k^s + r_k^r) \cdot \cdot \frac{1}{4\pi^2 k^4 (l_k^s + l_k^r)^2} \left(\frac{V_1}{f_1}\right)^2 .$$

Dalla (11) risulta che ΔP_{Cu} dipende soltanto dai parametri della macchina; e siccome al crescere della frequenza armonica si ha una aumento delle resistenze ed una diminuzione delle induttanze, ne segue che tali perdite aumentano con la frequenza di alimentazione.

La determinazione sperimentale dell'andamento delle perdite armoniche con la frequenza può essere effettuata in base ai risultati di prove a vuoto. A titolo di esempio, nella fig. 4 è riportato tale andamento per il motore già citato.

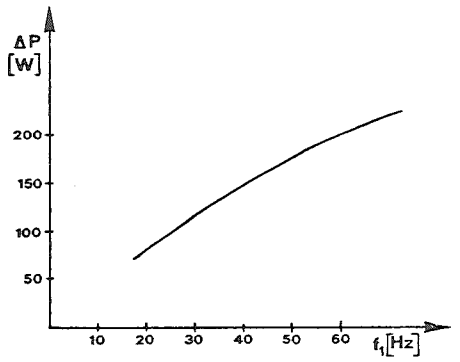


Fig. 4 - Incremento, ΔP, delle perdite del motore alimentato con tensione non sinusoidale, in funzione della frequenza.

Le perdite Joule fondamentali si ricavano, come si è già detto, in condizioni di carico prefissate. Se si fa riferimento ad un funzionamento a corrente assorbita costante, tali perdite possono ovviamente ritenersi costanti; con un funzionamento a coppia costante la corrente assorbita - e quindi le perdite fondamentali nel rame - sono sensibilmente più elevate alle basse frequenze. In questo caso, la somma di perdite che aumentano al crescere della frequenza con perdite che, viceversa, diminuiscono determina un andamento delle perdite totali che, nell'intervallo di frequenze e per le condizioni di funzionamento considerate, è quello riportato in fig. 5.

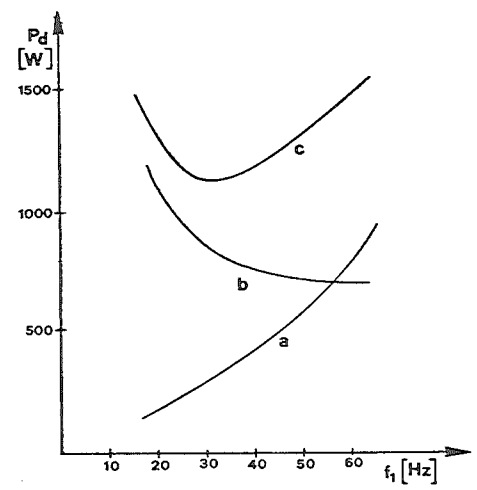


Fig. 5 - Perdite in funzione della frequenza nel caso di funzionamento a coppia costante:
curva a - somma delle perdite nel ferro, delle perdite meccaniche e delle perdite imputabili alle armoniche;
curva b - perdite fondamentali nel rame;
curva c - perdite totali.

Infine nella fig. 6 sono indicati gli andamenti del rendimento convenzionale in funzione della frequenza nel caso di funzionamento a coppia costante (curva a) e corrente costante (curva b). Si osservi che per frequenze prossime alla frequenza nominale i rendimenti sono nei due casi praticamente coincidenti, in quanto al funzionamento a coppia costante corrisponde una corrente quasi costante.

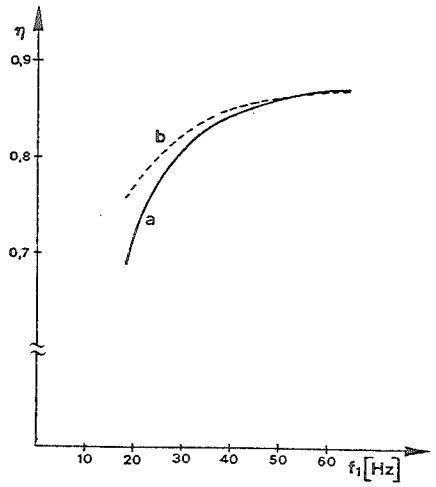


Fig. 6 - Rendimento convenzionale in funzione della frequenza:
curva a - funzionamento a coppia costante;
curva b - funzionamento a corrente costante.

7. CONCLUSIONI

Nell'articolo si confronta il comportamento del motore asincrono, alimentato con tensione deformata fornita da un invertitore, con il normale funzionamento a tensione sinusoidale, al fine di determinarne il rendimento convenzionale.

Si osserva che, a parità di prima armonica di tensione, le grandezze meccaniche di uscita sono praticamente coincidenti nelle due condizioni di funzionamento e così pure le correnti fondamentali di statore e di rotore, mentre con l'alimentazione non sinusoidale si verifica un aumento delle perdite e quindi una diminuzione del rendimento. L'incremento delle perdite, imputabile essenzialmente alle correnti armoniche, è costante al variare del carico, in quanto tale può ritenersi l'intensità delle correnti stesse, se si prescinde dalla saturazione.

L'effetto delle armoniche è dunque in pratica limitato ad un aumento delle perdite a vuoto, per cui se, oltre alle normali prove a tensione sinusoidale previste dalle Norme per la determinazione in diretta del rendimento, si effettua una prova a vuoto con la tensione distorta considerata (a parità di prima armonica), è possibile una valutazione sostanzialmente corretta del rendimento convenzionale.

L'esecuzione di questa prova supplementare a vuoto con onda non sinusoidale può essere necessaria qualora si preveda che l'entità delle perdite imputabili alle armoniche non sia trascurabile: questo avviene, in generale, con particolari forme d'onda della tensione di alimentazione e con motori aventi bassa induttanza di dispersione. L'effetto si accentua ai carichi ridotti.

Manoscritto ricevuto il 17 Maggio 1979

BIBLIOGRAFIA

[1] Norme CEI 2-6 (1976), IEC 34-2 (1972): Determinazione, mediante prove, delle perdite e del rendimento delle macchine elettriche rotanti.

[2] E.A.Klingshirn, H.E.Jordan: Polyphase Induction Motor Performance and Losses on Nonsinusoidal Voltage Sources. "Trans. IEEE", PAS, 87, n. 3, 1968, p. 624-631.

[3] John M.D.Murphy: Thyristor Control of A.C. Motors. "Pergamon Press", 1973.

[4] A.Bellini, G.Cioffi: Comportamento e prestazioni di un invertitore trifase a ponte per il controllo in frequenza di motori asincroni. "Automazione e Strumentazione", febbraio 1970, p. 76-89.

[5] A.Wiart: Association d'onduleurs et de machines asynchrones. "R.G.E.", n.11, 1975, p. 809-820.

[6] F.De Buck: Optimal leakage reactance for induction motors, supplied by a voltage-source inverter. "Internat. Conference on Electrical Machines", Brussels, settembre 1978, E3/4-1.

[7] A.Bellini, R.Miglio, U.Reggiani, C. Tassoni: Determinazione della variazione con la frequenza dei parametri elettrici di un modello del motore a sincrono. "L'Elettrotecnica", n. 2, 1978, p. 159-163.

NOTIZIE SOCIALI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA ITALIANA

AEI

LXXX RIUNIONE ANNUALE DELL'AEI

S. MARGHERITA LIGURE, 23-28 settembre 1979

Cronaca della Riunione

La nostra Riunione Annuale si è tenuta quest'anno a S. Margherita, accogliendo una cortese proposta della Sezione Ligure, ed è stata organizzata di comune accordo con l'ANIPLA. Tema unico per elettrotecnica ed elettronica: *Automazione*; Relatore generale il prof. Ezio Volta; numero delle memorie discusse 164. Si sono inoltre tenute due Tavole Rotonde sui temi: « *Automazione di processi discreti per mezzo di manipolatori programmabili (robot industriali)* » e « *Impiego dei microelaboratori nell'automazione industriale* »; moderatori il prof. Daniele Fabrizi e il prof. Franco Filippazzi, rispettivamente.

La seduta inaugurale ha avuto luogo nel pomeriggio di domenica 23 settembre, in un salone della Fiera Internazionale di Genova. Al tavolo della Presidenza, col nostro Presidente Generale, prof. Luigi Dadda, il Presidente Nazionale dell'ANIPLA, prof. Franco Filippazzi, e il prof. Noverino Faletti, Segretario Generale dell'AEI, sedevano il sen. Dino Riva, Sottosegretario al Ministero della Ricerca Scientifica, il prof. Attilio Sartori, Assessore alla Cultura di Genova, in rappresentanza del Sindaco, l'ing. Leopoldo Pasolini, presidente della Sezione di Genova dell'ANIPLA, l'ing. Roberto Pezzoni presidente della Sezione Ligure dell'AEI e il prof. Ezio Volta, Relatore generale. Tra il folto pubblico notata la presenza del Presidente Generale dell'Association Suisse des Electriciens dott. A.W. Roth e della gentile Signora.

Ha preso per primo la parola l'ing. Pezzoni, che ha porto il saluto augurale della Sezione ospitante; a lui è succeduto, a nome dell'ANIPLA, l'ing. Pasolini. E' seguito il discorso del prof. Filippazzi, riportato in una altra parte del fascicolo.

Il discorso è stato caldamente applaudito. E' intervenuto poi il dott. Roth, per portare, tra gli applausi, il saluto dell'A.S.E.; indi il discorso del prof. Dadda, riportato in un'altra parte del fascicolo.

Terminati gli applausi che hanno accolto il discorso di Dadda, il sen. Riva ha aperto ufficialmente la Riunione; il suo discorso è riportato in un'altra parte del fascicolo.

Al discorso del sen. Riva, perfettamente centrato nel tema della Riunione e alla fine molto applaudito, ha fatto seguito il discorso del Relatore Generale prof. Volta, che riproduciamo integralmente in un'altra parte del fascicolo.

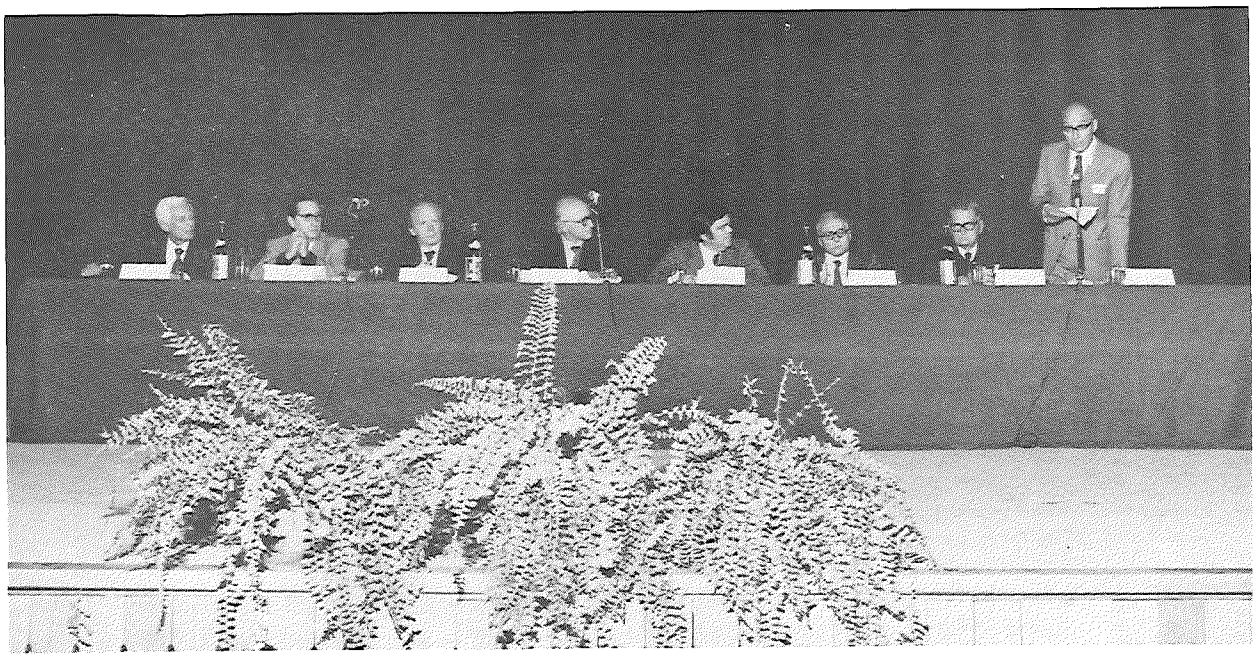


Fig. 1 — Tavolo della Presidenza durante l'inaugurazione. Parla il Presidente della Sezione di Genova, ing. Pezzoni.

Alla fine il prof. Volta è stato vivamente applaudito e caldamente complimentato.

E' terminata così la serie degli interventi, ma i numerosi Soci presenti e le gentili Signore si sono trattenuti

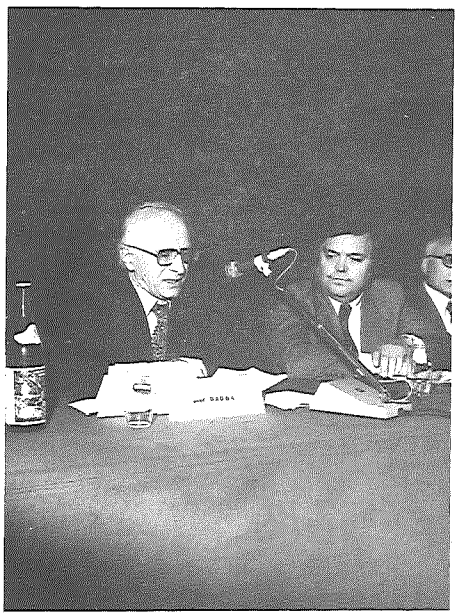


Fig. 2 — Il Presidente dell'AEI, prof. Dadda, parla alla Seduta inaugurale.

ancora nell'atrio del salone per gustare un'ottimo rinfresco offerto dalla Elettronica San Giorgio S.p.A. (ELSAG) e per scambiarsi saluti e notizie, con spirito di amicizia, come sempre succede nelle nostre riunioni.

L'inaugurazione ufficiale aveva avuto un prologo nel pomeriggio di sabato 22, con una seduta della Presidenza Generale e del Comitato per le pubblicazioni, riuniti per discutere preliminarmente gli argomenti del Consiglio Generale, che si è tenuto poi la domenica mattina. Il Verbale di questo Consiglio viene pubblicato qui di seguito, dopo la cronaca della Riunione.

Le 164 memorie sono state discusse in quattro sale, nei giorni da lunedì 24 a mercoledì 26, alla presenza di numerosi Soci, che hanno vivamente partecipato ai dibattiti. Secondo una prassi ormai favorevolmente collaudata, le memorie sono state suddivise in gruppi di 8-10, per quanto possibile omogenei, e presentate da Relatori Speciali che hanno inquadrato gli argomenti dei singoli gruppi e riassunto il contenuto delle diverse memorie, proponendo spunti per la discussione. I benemeriti Soci che si sono assunto questo compito sono:

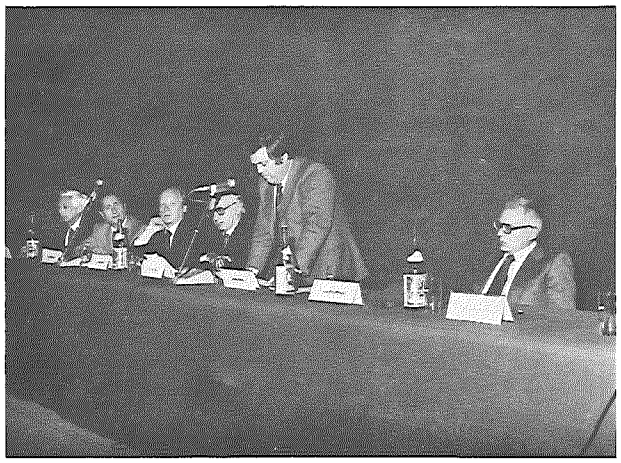


Fig. 4 — Il Sottosegretario, On. Dino Riva, apre la Riunione Annuale.

Abbate Daga ing. Giorgio, Bellato ing. Luigi, Bertora ing. Franco, Capocaccia prof. Fabio, Comellini ing. Enrico, Del Corso prof. Dante, Ferraris prof. Paolo, Gagliardi prof. Francesco, Gentile ing. Ugo, Lazzari ing. Maurizio, Maffezzoni ing. Claudio, Marzio ing. Leonardo, Mirandola ing. Piergiorgio, Nicosia prof. Salvatore, Occhini dott. Giulio, Palmieri ing. Oliviero, Petrecca prof. Giovanni, Policastro prof. Mario, Saccomanno prof. Fabio, Scarpa ing. Alberto, Venzano ing. Marco. A loro va il particolare ringraziamento dell'Associazione.

Le diverse sedute sono state presiedute a turno dal Vicepresidente generale ing. Dal Monte, dal Segretario Generale prof. Faletti e inoltre da: ing. Angelo Abbate Daga, ing. L. Arena, prof. Francesco Barozzi, prof. Fabio Capocaccia, prof. Dante Del Corso, ing. Emilio Ferrari, prof. Franco Filippazzi, prof. Tullio Ortu Carboni, ing. Leopoldo Pasolini, ing. Roberto Pezzoni, ing. Giovanni Polizzi, prof. Piero Regoliosi, ing. Alberto Scarpa.

Otto giovani, segnalati dalla Sezione Ligure, hanno svolto il compito di segretari delle diverse sedute.

Lunedì 24 settembre sono state presentate e discusse le memorie raggruppabili nei gruppi: 1a) Modellistica e

Fig. 3 — Il Presidente dell'ANIPLA, prof. Filippazzi, parla alla Seduta inaugurale.

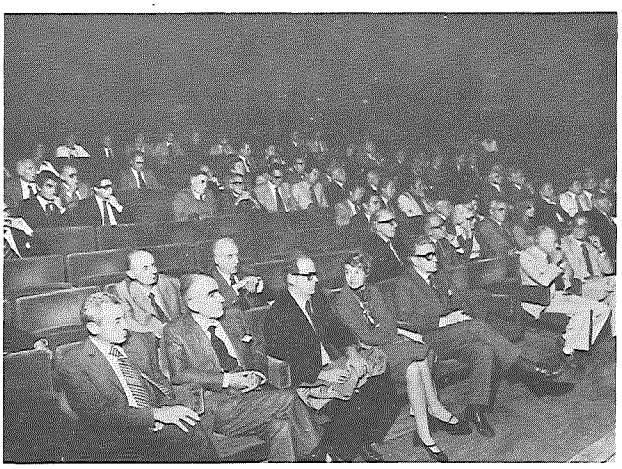


Fig. 5 — Parte della sala durante l'inaugurazione. In prima fila l'ing. Roth, Presidente dell'ASE, e gentile Signora.

identificazione, 1 b) informatica, informatica distribuita, ricerca operativa, 1c) Elettronica per l'automazione, sistemi di uso generale, 1d) Elettronica per l'automazione, sistemi particolari, 1h) Supervisione e diagnostica automatiche, 1i) Impianti e componenti, 3f) Impianti siderurgici e 4b) Poste e telecomunicazioni.

Contemporaneamente alla discussione delle memorie le Signore e le Signorine dei Congressisti hanno effettuato una gita in battello a Portofino e a San Fruttuoso.

La sera i Congressisti sono stati invitati al pranzo offerto dall'ENEL e dalla SIP, nel Grand Hotel Portofino Vetta di Ruta. Alla fine del pranzo dopo i discorsi di saluto dell'ing. Valdameri per la SIP e del prof. Genesio per l'ENEL e quello di ringraziamento del nostro Presidente, un coretto a quattro voci con accompagnamenti musicali vari, ha allietato i Congressisti con canti moderni e di altri tempi e con piccoli sketch. La serata,

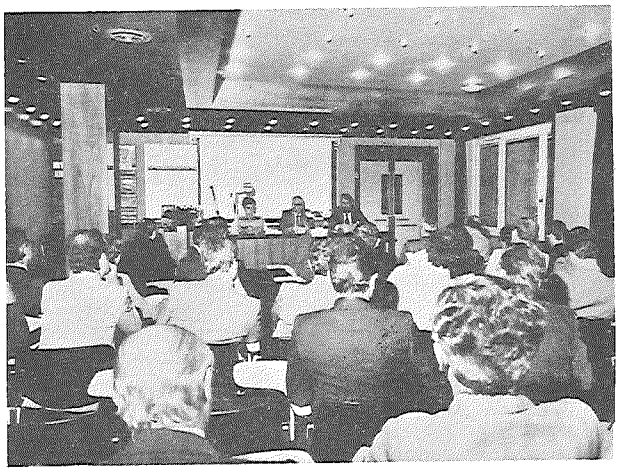


Fig. 6 — Il tavolo della Presidenza di una seduta tecnica.

lieta come sempre negli incontri tra vecchi e nuovi amici è stata tuttavia rattristata dalla notizia, ancora ignota a molti, della improvvisa morte per incidente automobilistico dell'ing. Perrone presidente della SIP.

Martedì 25 settembre sono state presentate e discusse le memorie riguardanti l'automazione nei seguenti campi: 2a) Trasporti terrestri, 2b) Trasporti marittimi, 3a) Impianti termoelettrici e solari, 3b) Impianti nucleari, 3c) Impianti idroelettrici, 3d) Trasmissione energia elettrica, 4a) Distribuzioni di pubblica utilità, 4c) Uffici e procedure.

Mentre si svolgeranno le sedute tecniche le Signore e le Signorine dei Congressisti hanno effettuato una visita alle grotte di Toirano, che uniscono alle bellezze naturali importanti segni della vita dell'uomo preistorico.

La sera un Concerto offerto dalle Società Ansaldo e Italsider ha rallegrato gli ospiti con musiche italiane del '500 e del '600 eseguite dall'organista Giorgio Questa su organo in legno da lui stesso costruito.

Mercoledì 26 settembre sono state presentate e discusse le memorie dei gruppi: 1e) Affidabilità, disponibilità, sicurezza, 1f) Tecniche di interazioni uomo-macchina, 1g) Misure e collaudi automatici, 3e) (L'automazione nella) Distribuzione dell'energia elettrica, 3g) (L'automazione in) Settori vari.

Le Signore e le Signorine hanno contemporaneamente effettuata una gita a Riomaggiore e Portovenere.

Nel tardo pomeriggio, terminate le discussioni delle memorie, i Congressisti si sono ritrovati ancora tutti assieme per l'Assemblea Generale, che si è svolta con un nutrito ordine del giorno e della quale diamo notizie dettagliate alla fine di questa cronaca.

In serata si è svolto il pranzo sociale. Secondo la tradizione, esso è il lieto coronamento dei lavori della Riunione Annuale, anche se con esso la Riunione non si chiude, perché continua, se pure assottigliata nelle

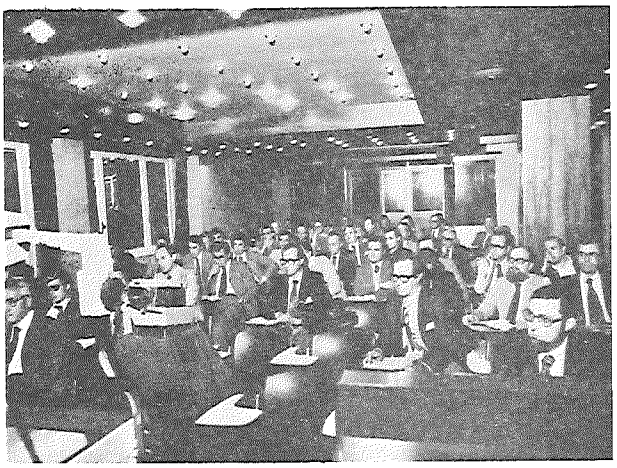


Fig. 7 — Una sala durante una seduta tecnica.

presenze, con le visite tecniche e turistiche del giovedì e del venerdì. Al pranzo sociale partecipano, con la Presidenza Generale e numerosi Soci, anche le Autorità locali e parecchi invitati, sicché la serata risulta sempre lieta e festosa; anche quest'anno la tradizione è stata puntualmente conservata. Alla fine del pranzo, con un brillante discorso, il prof. Dadda, si è compiaciuto dell'ottimo esito della Riunione, ha ringraziato nominativamente persone ed Enti, che vi hanno contribuito ed ha alla fine salutato i Soci, perché, per compiuto triennio, lascerà quest'anno la Presidenza Generale; il suo discorso è stato a lungo applaudito.

E' seguita la proclamazione, da parte del Segretario Generale prof. Faletti, dei vincitori dei Premi «Industrie Elettriche di Legnano» e «3M Italia» per le migliori memorie presentate nella Riunione dell'anno scorso; la consegna dei premi è stata poi effettuata dai rappresentanti dalle due Società ing. Cavina, Direttore Generale della IEL, e ing. Galante, Direttore della Divisione prodotti elettrici della 3M Italia. Calorosi applausi hanno salutato i premiati e anche i rappresentanti delle due Società che così efficacemente contribuiscono a tenere alto l'interesse per le nostre Riunioni.

Giovedì 27 settembre. Al mattino si è svolta la Tavola Rotonda sui «Robot industriali» e al pomeriggio quel-

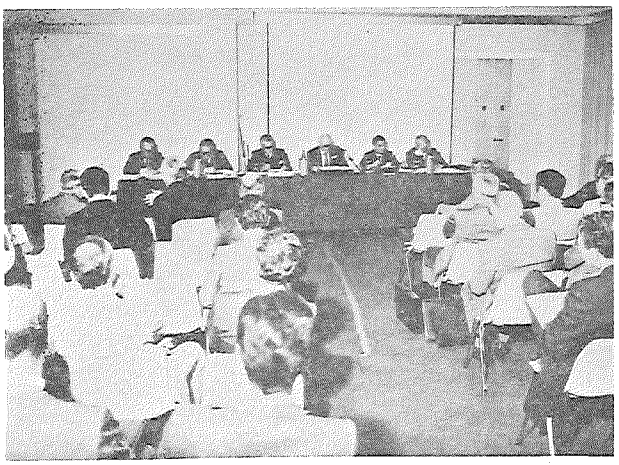


Fig. 8 — Il tavolo della Presidenza durante l'Assemblea Generale.

la sull'«Impiego dei microelaboratori nell'automazione industriale», già sopra ricordate; ad ambedue la partecipazione dei Soci è stata numerosa e interessata.

Parallelamente alle Tavole Rotonde sono state effettuate la visita alla Centrale Termoelettrica ENEL di La Spezia, o in alternativa, al Museo Navale della Marina Militare e, di pomeriggio, dopo una colazione presso il Ristorante dei Pescatori a Lerici, la visita al paese caratteristico di Ameglia, nell'alta Lunigiana, e alla Zona Archeologica di Luni. La bella giornata, la varietà del panorama continuamente mutevole e spesso incantevole, specie ad Ameglia, e l'interesse tecnico ad artistico delle visite hanno attirato molti congressisti, particolarmente le Signore, che vi hanno partecipato numerosi.

Nella Centrale di La Spezia erano a ricevere i Congressisti l'ing. Milano, capo del Servizio Termoelettrico del Compartimento di Torino, venuto apposta dalla sede, e l'ing. Bertella, Capo Centrale. La centrale contiene

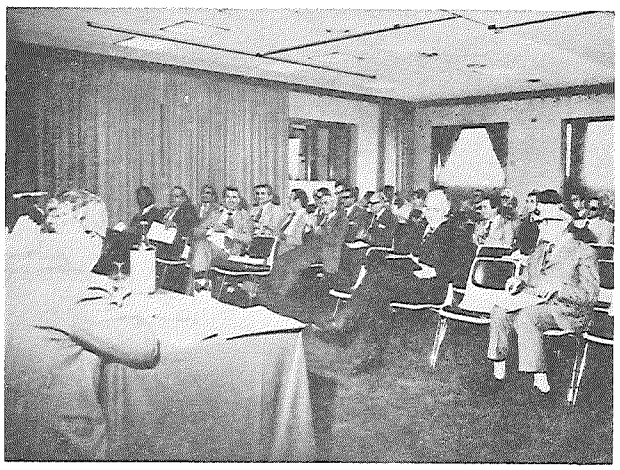


Fig. 9 — Parte della sala durante l'Assemblea Generale.

due gruppi da 320-335 MW e due da 600 MW e funziona a nafta e a carbone, anche contemporaneamente; mentre negli anni passati era pressoché generale l'uso della sola nafta oggi il funzionamento misto è stato ripreso, con tendenza a passare pressoché integralmente al carbone per ovvie ragioni. Alla stazione elettrica annessa fanno capo linee a 220 e a 380 kV.

La visita alla Centrale ha molto interessato i nostri Soci che si sono spesso indugiati a chiedere spiegazioni e ad esaminare dettagli; a loro l'ENEL ha fatto dono di una bella monografia tecnica.

A Luni, centro abitato già alcuni secoli prima dell'era cristiana da popolazione Ligure o forse Etrusca, con un ottimo porto alla foce del fiume Magra (ora interrato), e poi conquistato dai Romani, abbiamo visitato i resti ancora consistenti di un anfiteatro e un Museo archeologico di recente costruzione, in cui vengono raccolti i reperti talora notevoli, (statue, tombe ecc.) trovati negli scavi, che, incominciati parecchi anni fa, vanno faticosamente avanti coi pochi fondi messi annualmente a disposizione dal Ministero P.I.

La visita, a cui ha partecipato una cinquantina di Soci, si è conclusa con uno scambio cordiale di saluti fra i Soci che lasciavano la Riunione.

Venerdì 28 settembre. Nell'ultimo giorno della Riunione hanno avuto luogo due interessanti visite tecniche sotto la guida del Segretario Generale prof. Faletti. Il gruppo ancora numeroso dei Soci fedelissimi, trasportato in torpedone alla Stazione di Genova Brignole, è stato ricevuto dall'ing. Finzi delle F.S. e dal prof. Capocaccia dell'Ansaldo, che hanno illustrato il nuovo Impianto di automazione del Nodo ferroviario di Genova, dove il traffico assume caratteristiche molto complesse per la confluenza di treni passeggeri e a lungo percorso, treni merci da e per il porto, treni locali per i viaggiatori pendolari e locomotive isolate da e per il Deposito di Sampierdarena (fino a 1 000 treni al giorno). L'impianto, che è in fase di realizzazione da parte dell'Ansaldo, si avvale di un calcolatore di processo, che fornisce in tempo reale la soluzione ogni volta più adatta al caso concreto (itinerario, incroci, ecc.) rappresentandola su un video a colori. Dopo la esauriente illustrazione, i Soci sono stati accompagnati in treno speciale alla stazione di Rivarolo per una visita all'impianto, che si è dimostrata estremamente interessante.

Finita la visita, il treno speciale ha ritrasportato i Congressisti a Genova Brignole, dove è installato il nuovo Centro per la Meccanizzazione postale realizzato dalla ELSAG, e dove erano ad attenderli il Direttore Provinciale delle Poste dott. Luciano Berio, il Presidente della ELSAG ing. Adolfo Bardini, l'ing. Stander che ha illustrato l'impianto e guidato il primo gruppo nella visita, l'ing. Gandino e l'ing. Lavagnino che hanno accompagnato gli altri due gruppi; in particolare il sistema automatico per il riconoscimento degli indirizzi è stato illustrato dall'ing. Mosca. I Soci hanno così potuto apprezzare in pratica l'utilità del Codice di Avviamento Postale, che consente di smistare automaticamente la corrispondenza, accelerando enormemente il servizio. L'impianto, che verrà gradatamente esteso ad altri centri, ha, nel suo modo di operare, un che di suggestivo.

Dopo le visite, un'ottima colazione al Ristorante Italia, conclusa con breve discorso del prof. Faletti, che ha portato il saluto della Presidenza Generale, ha ringraziato gli Enti che ci hanno ospitato e le Autorità e i Tecnici che ci hanno guidato nelle visite, congratulandosi per le interessanti realizzazioni d'avanguardia, che ci è stato dato di vedere, e terminando con un cordiale arrivederci alla prossima Riunione.

MINUTA DI VERBALE DELLA SEDUTA DEL CONSIGLIO GENERALE DELL'AEI

(S. Margherita Ligure, 23 Settembre 1979)

La seduta è stata convocata per le ore 9.00 presso l'Hotel Miramare di S. Margherita Ligure con il seguente

ORDINE DEL GIORNO

1) Approvazione del verbale della seduta precedente (Milano, 7 aprile 1979) pubblicato su «L'Elettrotecnica» del mese di giugno 1979 pag. 529.
2) Comunicazioni della Presidenza.
3) Riunioni Annuali.
4) Premi e Borse di studio. Nomina della Commissione per l'aggiudicazione dei Premi.
5) Rinnovo delle cariche sociali. Designazione dei candidati da proporre al referendum dei Soci per le cariche di Presidente Generale e di due Vice Presidenti Generali per il triennio 1980-82.
6) Bilancio di previsione.
7) Eventuali e varie.

Presiede il Presidente Generale *Dadda* con i Vice

Presidenti Generali *Dal Monte, Gigli* e *Moretti.* Segretario il Segretario Generale *Faletti.*

Sono presenti il Tesoriere Generale e Direttore de «l'Elettrotecnica» *Regoliosi,* il Presidente del CEI *Barozzi* e il Revisore dei Conti *De Pol,* i Presidenti dei Gruppi di Microelettronica *Minnaja,* Telecomunicazioni *Valentino,* Affidabilità dei sistemi elettrotecnici ed elettronici *Gagliardi,* Impianti elettrici utilizzatori *Fabrizi,* Bioingegneria elettrica *Mariani,* il Direttore responsabile delle riviste *Ricca,* il Direttore dell'Ufficio Centrale *Sabattini,* l'ing. *Furlani* e il prof. *Donati.* Hanno firmato i fogli di presenza i Presidenti, i Consiglieri Delegati e i Segretari delle Sezioni:
Adriatica: Barsotti (Pres).); *Bologna*: Barozzi; *Calabra*: Ricciotti (Pres.), Lupinacci, Grandinetti (Segr.); *Catania*: Catalano (Pres.); *Firenze*: Francini (Pres.); *Ligure*: Pezzoni (Pres.); *Livorno*: Guiraud (Pres.); *Milano*: Segre (Pres.), Andrietti, Bagliani, Carrara, D'Andrea, Finzi, Tommazzolli; *Lucana*: Barbato (Pres.); *Napoli*: Paci (Pres.), Castellano, Mongelluzzo (Segr.); *Palermo*: Graziano (Pres.); *Pugliese*: Zambrini (Pres.); *Sarda*: Zattini (Pres.); *Torino*: Villa (Pres.), Torazza; *Trieste*: Cavazzoni (Pres.); *Veneta*: Rova (Pres.).

Sono rappresentati per delega gli ex Presidenti Generali: Bianchi di Castelbianco e Tedeschi e i Presidenti, Consiglieri Delegati e Segretari delle Sezioni:
Adriatica: Cecconi, Sagripanti; *Bologna*: Monaco (Presidente), Taino, De Castro; *Catania*: Vella (Segr.); *Firenze*: Cappellini; *Lucana*: Formisano, Limatola; *Milano*: Bernardelli, Bertagnolli, Borri, Fiocca, Motolese, Riccardi, Tardini, Treves, Vergani; *Napoli*: Maggiore, Mele, Sirabella, Strazzullo; *Palermo*: Gagliardo, Di Maio, Riva San Severino; *Pugliese*: Colasazza; *Roma*: Meineri; *Torino*: Paladino, Pavesi, Rava, Salvadorini.

Risultano presenti di persona o per delega 66 Consiglieri su 124 aventi diritto di voto e perciò il Consiglio risulta legalmente costituito ai sensi dell'Art. 34 dello Statuto AEI.

Alle ore 9.15 il *Presidente* dopo un cordiale benvenuto ai presenti inizia lo svolgimento dell'ordine del giorno.

1) *Approvazione del verbale della seduta precedente.* (Milano, 7 Aprile 1979).

Il *Presidente* informa che sulla minuta di verbale pubblicata su « L'Elettrotecnica » del mese di giugno 1979 non sono pervenute osservazioni e poichè nessuno dei presenti ha osservazioni da fare il verbale viene approvato.

2) *Comunicazioni della Presidenza*

a) *Soci defunti.* Il *Presidente* rivolge un mesto pensiero ai colleghi della cui scomparsa si è avuta notizia dopo l'ultimo Consiglio e ne legge l'elenco invitando i presenti ad un breve raccoglimento in omaggio alla loro memoria. Sono mancati: *Sezione Adriatica*: Arnaldo Baldassari (ex Presidente di Sezione); *Sezione di Bologna*: Tullio Sampaolesi; *Sezione di Catania*: Giuseppe Sallicano; *Sezione Ligure*: Luigi Caratti, Sebastiano Elena (Emerito); *Sezione di Milano*: Annibale Balboni, Piero Brustio, Gino Catenacci (Emerito), Paolo Peterlongo (Benemerito e Vice Segretario Generale dal 1968), Luigi Ventrella, Mario Villa (Emerito); *Sezione di Roma*: Pio Alberto Salvini; *Sezione di Torino*: Luigi Ghisleri (Emerito), Carlo Perrone; *Sezione Veneta*: Domenico Beraldini (Emerito), Francesco Calderoni, Silvio Meneghel.
I necrologi dei colleghi che hanno lasciato più viva traccia nell'Associazione sono stati o saranno pubblicati sulle riviste; in particolare, il Presidente ricorda i colleghi Arnaldo Baldassari, Gino Catenacci, Mario Medici, Carlo Perrone, Paolo Peterlongo, Luigi Ventrella e Mario Villa.

b) *Situazione Soci.* Il numero dei Soci al 31/8/1979 è 9 724 di fronte a 10 025 Soci esistenti al 31/8 1978 con una diminuzione complessiva di 301 Soci. La diminuzione è dovuta a 1 198 nuove iscrizioni e a 1 499 cancellazioni. I Soci sono costituiti da (tra parentesi i dati al 31 agosto 1978): Individuali 7 264 (7 394) Emeriti 227 (210) Juniores 1 581 (1 773) Collettivi 652 (648). Dopo le deliberazioni dell'ultimo Consiglio Generale il numero dei Soci all'estero era 100. Ha presentato domanda di ammissione la Hellenic Cables Greek Cable Industry S.A. la cui accettazione viene approvata dal Consiglio. Hanno presentato dimissioni i signori Montanari Fulvio (Sud Africa) e Shah Hasmukh (India). Viene approvata la cancellazione per irreperibilità dei Soci Pietro Baudo (Iran), Giuseppe Colombo (Spagna), Christous Lukatos (Grecia) e Giorgio Stavropoulos (Grecia). A seguito delle suddette variazioni, il numero dei Soci all'estero è 95.

c) *Riconoscimenti ai Soci.* Verrà proposta all'Assemblea la proclamazione a Soci Benemeriti dei colleghi Giuseppe Francini, Alvaro Fusini, Giorgio Dal Monte, Giulio Roncoroni, Antonio Gigli e Luigi Zattini per avere contribuito in modo particolare allo sviluppo dell'AEI. Verrà pure proposta la proclamazione a Soci Emeriti dei colleghi che alla fine del corrente anno compiranno 50 anni di appartenenza all'AEI. Essi sono: *Sezione Ligure*: Guido Rubini; *Sezione di Livorno*: Francesco Perrotti, Ugo Tiberio; *Sezione di Milano*: Enrico Camurati, Paolo De Luca, Mario Ghermandi, Pietro Landino, Filiberto Marocchi, Elia Migliau, Ambrogio Pagani, Vittorio Savelli; *Sezione di Napoli*: Angelo Moroso; *Sezione di Roma*: Ascanio Niutta, Francesco Rinelli; *Sezione di Trieste*: Alessandro De Mottoni, Leopoldo Lipizer; *Socio all'estero*: Guido Vignuzzi. Sono inoltre da proclamare Fedeli i Soci che alla stessa data avranno compiuto 25 anni di appartenenza all'AEI e i cui nomi saranno pubblicati sulla rivista. Si tratta di 112 Soci individuali e 4 Soci collettivi.
Il Consiglio applaude calorosamente all'indirizzo dei Soci Benemeriti, Emeriti e Fedeli.

d) *Attività sociali.*

— *Sezioni.* Le Sezioni hanno comunicato d'aver svolto, nel periodo dal 1/9/1978 al 31/8/1979, 142 manifestazioni di cui 117 riunioni culturali e 25 gite e visite tecniche. Nel corrispondente periodo dell'anno precedente il numero delle manifestazioni era stato 167. Sono in testa le Sezioni di Milano, Torino e Roma con 10 o più manifestazioni. Alcune Sezioni hanno svolto manifestazioni di particolare rilievo (Simposi, Tavole Rotonde, Giornate di studio) di cui sono state date ampie notizie sulle Riviste. La Sezione di Milano ha inoltre coordinato l'organizzazione del 3° Simposio Internazionale sulle Alte tensioni tenutosi a Milano dal 28 al 31 agosto 1979, presieduto dal prof. Zingales, Segretario il prof. Carrara; alla cerimonia inaugurale ha partecipato il prof. Faletti che ha porto il saluto dell'AEI ai circa 500 partecipanti, in maggioranza stranieri. Il Simposio ha avuto molto successo cui hanno contribuito il CESI

e l'Ufficio Centrale che ha anche organizzato una Mostra fotografica. Il *Presidente* ringrazia gli organizzatori e in particolare il CESI.

— *Gruppi specialistici.* La situazione numerica dei Soci aderenti ai Gruppi specialistici è la seguente (in parentesi la situazione al 31/8 1978):

Microelettronica	768	(691)
Telecomunicazioni	1 194	(1 123)
Televisione e videonica	613	(570)
Tecnologie didattiche	772	(644)
Ingegneria dei sistemi	664	(559)
Affidabilità dei sistemi	650	(597)
Trazione elettrica	235	—
Compatibilità elettromagnetica	102	—
Impianti elettrici utilizzatori	247	—
Bioingegneria elettrica	144	—

Questi ultimi quattro Gruppi sono ora formalmente costituiti essendo stato superato il limite di 100 adesioni. Il *Presidente* informa che il Comitato promotore del Gruppo di Optoelettronica presieduto dal prof. Someda ha raccomandato la costituzione del Gruppo presso la Sezione di Bologna e ha proposto di attendere 100 adesioni prima di designare le cariche provvisorie di Presidente, Vice Presidente e Segretario. Il Consiglio esprime parere favorevole e perciò lo annuncio con la cartolina di adesione verrà pubblicato nel prossimo numero delle riviste.
Per la estensione del campo di attività dell'attuale Gruppo di Tecnologie Didattiche per l'Elettrotecnica e l'Elettronica che, come noto, assumerà la denominazione di « Formazione e Professione », il prof. Stracca ha accettato l'incarico di costituire la Commissione di studio che sarà prossimamente convocata.
Il prof. Forlani ha comunicato che per ragioni di avvicendamento ritiene preferibile una rotazione della Presidenza del Gruppo di Microelettronica e ha suggerito che la carica di Presidente venga affidata al prof. Minnaja che ha accettato l'incarico.

e) *Ciclo misure.* Il prof. Civalleri ha comunicato che la conclusione di questo Ciclo non si è ancora verificata a causa di ritardi di alcuni laboratori preposti alle misure stesse. La Presidenza Generale ha confermato ed il Consiglio ha condiviso l'opinione che, al termine di questo Ciclo, l'AEI non si occupi ulteriormente di questa attività che, giustificata negli anni passati, non corrisponde alle attuali necessità.

f) *Partecipazioni e patronati.* L'AEI ha dato il proprio Patronato alla Giornata di studio organizzata dall'ANIPLA (24 maggio 1979) sulle « Fibre ottiche per la trasmissione delle informazioni negli impianti industriali »; al Colloquio internazionale sul Comando numerico delle macchine elettriche « Conumel 80 » (Lione, aprile 1980); al Simposio Internazionale della Commutazione (Firenze, maggio 1984) ove l'ing. Dal Monte rappresenterà l'AEI; alla Terza Riunione Nazionale di Elettromagnetismo Applicato (Bari 25-27 Giugno 1980); al Simposio sui trasformatori (Positano 11-13 Settembre 1979) cui ha partecipiato il prof. Faletti; al Convegno sui Ponti radio (Aquila, 16 maggio 1979).

g) *Pubblicazioni.* Il programma di ristrutturazione delle riviste, esposto nel Consiglio del 7 aprile u.s. sta avendo puntuale realizzazione. Il *Presidente* ricorda che tale programma prevede, a partire possibilmente dal 1° gennaio 1980, di passare da 2 a 3 riviste.

— «L'Elettrotecnica», mensile, da distribuire a tutti i Soci e compresa nella quota sociale. Essa conterrà articoli di interesse generale anche ripubblicati da altre riviste, varie rubriche comprese quelle sociali e le comunicazioni ai Soci.

— «Alta Frequenza», bimestrale, da inviare ai Soci interessati con un supplemento di quota. Essa conterrà articoli scientifici originali nel campo dell'elettronica, dell'informatica e delle telecomunicazioni.

— Una terza rivista nuova, analoga ad « Alta Frequenza », ma nel campo dell'elettrotecnica di potenza.

«Alta Frequenza» e la terza rivista verranno stampate al minimo costo e cioè in offset partendo da matrici preparate dagli autori. L'inizio della stampa in offset è avvenuto per AF dal numero di luglio e per gli articoli di II parte de « L'Elettrotecnica » (scientifici) che dovrebbero confluire nella terza rivista, dal numero di settembre. Si conta che il lavoro di ufficio per la terza rivista possa essere assorbito senza far ricorso ad altro personale. Poichè questa rivista si occuperebbe di argomenti molto vicini a quelli trattati dall'attuale rivista del CESI « L'Energia Elettrica», l'AEI, l'ENEL e il CESI hanno avviato trattative per far si che l'AEI ne acquisisca la testata. Per garantire la continuità dell'«Energia Elettrica», tenendo conto che essa ha una affermata immagine anche all'estero nel campo delle opere idrauliche (nel quale non esiste attualmente altra rivista italiana in grado di sostituirla efficacemente) essa, anche se diverrà la terza rivista dell'AEI, continuerà a pubblicare articoli su questo argomento oltre a quelli relativi all'elettrotecnica di potenza e continuerà ad essere diretta dall'ing. Catenacci del CESI.
A richiesta del Presidente, il Consiglio esprime parere favorevole all'operazione e auspica che le trattative vengano concluse al più presto.
Per la pubblicità sulla futura «Elettrotecnica» e su «Alta Frequenza» sono proseguiti i contatti con la Società PRS come è stato deciso nell'ultimo Consiglio; il contratto è stato stipulato alle migliori condizioni ottenibili.

Il *Presidente* chiede se qualche Consigliere desidera ulteriori chiarimenti sui punti sinora svolti e poichè nessuno chiede la parola, prosegue nello svolgimento dell'ordine del giorno.

h) *Collaborazioni e rapporti esterni.*

— *Comitato Elettrotecnico Italiano.* Il Presidente del CEI prof. *Barozzi* comunica che l'attività di preparazione delle norme e dei progetti è proseguita normalmente. L'avvenimento di maggior rilievo è stato il riconoscimento del CEI (Decreto 15 Dicembre 1978) quale ente incaricato di preparare le norme armonizzate nell'ambito della direttiva per la libera circolazione dei materiali a bassa tensione nei paesi della CEE. Tale decreto pone il CEI alla pari con gli altri enti normativi che operano nel CENELEC e permette l'apertura di un dialogo con il Ministero dell'Industria che ha tuttavia avocato a sè il compito di pubblicare le norme armonizzate. Un primo gruppo di 35 norme, gran parte delle quali già emesse dal CEI, sarà entro breve

riportato dalla Gazzetta Ufficiale. A seguito delle vicissitudini politiche, gli adempimenti per l'attuazione della legge per la Riforma Sanitaria (che interessa da vicino anche la normativa e l'infortunistica) e la pubblicazione delle norme hanno avuto una battuta di arresto. In questi ultimi giorni sono in discussione varie iniziative nell'ambito di alcuni Ministeri ma è prematuro fare previsioni.

— *FAST*. Il *Presidente* comunica che la collaborazione con la FAST continua a svilupparsi in varie occasioni. In particolare l'AEI ha nominato propri delegati nel Comitato Tecnico che curerà la preparazione del Convegno scientifico BIAS - Microelettronica 80. Essi sono il prof. Minnaja e l'ing. Aiminio.

— *IEEE*. I Soci cumulativi AEI/IEEE che hanno rinnovato l'iscrizione per il 1979 sono 477 su 807 Soci IEEE in Italia. La situazione al 31/8/1978 era di 454 Soci cumulativi su 728. L'accordo esistente con la IEEE scadrà il 31/12/1979 e la Presidenza Generale ha accettato la proposta della IEEE di rinnovarlo per altri 3 anni.

— *CIRED*. Il Congresso CIRED 1979 ha avuto luogo con molto successo a Liegi dal 14 al 18 maggio 1979. Il prossimo Convegno avrà luogo a Londra nel 1981 e in quella occasione sarà affidata all'ing. Comellini la Presidenza della Sezione che si occuperà della progettazione dei sistemi di utenze pubbliche.

— *EUREL - EUROCON* 80. L'Assemblea Generale dell'EUREL ha avuto luogo a Londra il 20 Settembre e vi ha partecipato il Presidente Generale dell'AEI. Alla Presidenza EUREL è stato eletto per il 1980 Mr. Hans Haindl, Presidente della Associazione Austriaca. E' stata approvata una mozione avente lo scopo di attirare l'attenzione dei governi delle nazioni EUREL e del MEC sulla necessità di favorire studi e ricerche per la produzione di componenti e di circuiti microelettronici. Sono pure state varate regole per il patrocinio a Conferenze internazionali. La Segreteria permanente EUREL è stata istituita presso la VDE.
Il Comitato Direttivo dell'EUROCON 80, cui partecipa il prof. Gigli, procede nel lavoro di organizzazione attraverso i vari Comitati operativi. Purtroppo la partecipazione di memorie italiane è stata scarsa. Per l'edizione 1983, il cui tema sarà « Reliability », sarà opportuno l'intervento del Gruppo di Affidabilità.

— *SEP*. Alle Giornate Italiane in Polonia che saranno svolte a Varsavia su invito della SEP parteciperanno i colleghi Bevilacqua, Catania, Gigli, Mayer, Martinelli, Segre e Sforzini che terranno conferenze sugli argomenti già precedentemente comunicati.

3) *Riunioni Annuali*

La 80ª Riunione Annuale ha raccolto sinora 470 iscrizioni fra cui 52 signore. Al Pranzo sociale risultano iscritti 80 Soci e 25 Signore e 20 invitati hanno annunciato la propria partecipazione. Le memorie presentate sono state 164. Giovedì 27 verranno tenute le due Tavole Rotonde annunciate.
Il Consiglio precedente aveva aderito alla proposta della Sezione di Trieste riguardante la sede e il tema della 81ª Riunione Annuale. Nello scorso maggio è stata tenuta una riunione a Milano cui hanno partecipato i colleghi Gatti, Biondi, Mariani, Zingales e Del Caro durante la quale è stato definito il titolo «Metodologie e tecnologie elettriche ed elettroniche nella bioingegneria ». Il Gruppo di Bioingegneria elettrica contribuirà alla preparazione del programma scientifico.
La Presidenza ritiene utile affiancare un secondo tema allo scopo di interessare alla riunione un maggior numero di Soci. Il Consiglio invita la Presidenza a definire detto tema con la massima urgenza per consentire la pubblicazione del titolo e dei sottotitoli sul primo numero raggiungibile delle riviste. *Mariani* propone l'edizione di un numero speciale della rivista dedicato alla Bioingegneria e di sollecitare alcuni specialisti a presentare alla Riunione Annuale memorie « invitate ». Il Gruppo di Bioingegneria viene incaricato di prendere ulteriori contatti con i colleghi che hanno già definito il titolo del tema anche per affinare i sottotitoli e di cercare come suscitare l'interesse dell'ambiente medico; il Presidente Generale prenderà contatto col prof. Donato, Presidente dell'AIIMB.
Per quanto riguarda la sede, l'esperienza di questa riunione (per la quale dato il numero di memorie pervenute e accettate si sono dovute svolgere le sedute tecniche in quattro alberghi diversi con disagio per i Congressisti) consiglia di orientarsi su località sede di Università o di centri congressuali adeguati.
Le Sezioni di Palermo e di Bologna confermano le offerte di ospitalità per lo svolgimento delle prossime Riunioni Annuali. Per il 1981 il Consiglio accetta l'offerta di Palermo. Il *Presidente* prega tutte le Sezioni di presentare proposte al prossimo Consiglio per i temi da discutere. Per quanto riguarda il tema del 1982, *Barozzi, Francini* e *Villa* riprendono una proposta precedente riguardante il tema « Applicazioni elettriche in agricoltura». Secondo *Barbato, D'Andrea e Ricciotti,* il tema potrebbe essere esteso a « Ingegneria del territorio» limitandone il contenuto mediante specifici sottotitoli. Il *Presidente* ritiene che debba essere costituito un Gruppo di studio con l'incarico di presentare proposte concrete al quale dovrebbero partecipare gli interlocutori citati. *Mariani* propone che venga interessato anche il Gruppo di Ingegneria dei Sistemi il cui Presidente verrà consultato dal Presidente Generale.

4) *Premi e Borse di Studio*

L'Assemblea Generale sarà chiamata a sanzionare le assegnazioni dei Premi IEL e 3M ITALIA per i quali la Commissione esaminatrice ha proposto:

a) il Premio IEL 1978, ex aequo, alla memoria G. Benelli, E. Dalle Mese, D. Giuli, P. Neri, G. Parietti: «Modelli statistici per la valutazione delle prestazioni di radar secondari con ricevitore monopulse » e alla memoria V. Cappellini, E. Del Re, P. Lombardi, S. Pardini, G. Zappa, « Alcuni algoritmi adattivi di tracking per collegamenti con mezzi mobili ». Le due memorie illustrano ricerche svolte nell'ambito del progetto finalizzato del CNR « Aiuti alla navigazione e controllo del traffico aereo ». Il Premio verrà attribuito agli Autori Soci dell'AEI Dino Giuli, Gualberto Parietti, Vito Cappellini, Enrico Del Re, Piero Lombardi.

b) Il Premio 3M ITALIA 1978, alla memoria G. Barbesino, G. Manzoni, S. Panichelli, L. Salvaderi, A. Taschini, M. Valtorta: « Integrazione

in un sistema elettrico di fonti di energia non convenzionali ». Il Premio verrà attribuito agli Autori Soci dell'AEI Claudio Barbesino, Giancarlo Manzoni, Luigi Salvaderi, Achille Taschini e Marino Valtorta.

Per il 1980 sono in assegnazione i Premi AEI « Pubblicazioni » « Ricerche » e « Bonazzi». La Presidenza Generale propone e il Consiglio approva che la Commissione giudicatrice sia composta dai colleghi Regoliosi, Gatti, Catenacci, Franceschetti, De Castro, Segretario Donati. Sono pure in assegnazione il Premio « Castellani », « Barbagelata», « Bottani», « IEL e 3M ITALIA » e le Borse di studio « Belotti », « Volta » e « Bottani» le cui Commissioni saranno costituite a norma dei rispettivi regolamenti.

Borsa Someda. I contributi raccolti ammontano a circa 40 ML e in più il CNR contribuirà con una somma sino a 2 ML ogni biennio a fronte delle spese di viaggio e soggiorno. La Commissione giudicatrice composta dai proff. De Pol (delegato dal Presidente Generale), Regoliosi (delegato dal Segretario Generale), Marenesi (delegato dal Presidente della Sezione Veneta), Gigli, De Ferra, Di Pieri (rappresentanti degli Enti Finanziatori) si è riunita il 23 luglio per l'esame dei candidati e ha assegnato la Borsa all'ing. Paolo Bassi, laureato a Bologna, che intende svolgere attività di studio e ricerca sull'ottica integrata presso il Laboratoire de Electro-optique dell'Università di Nizza.

Premio e *Borsa Bottani.* Il 15 maggio u.s. la Sezione di Milano, che ha coordinato le varie iniziative promosse dall'Istituto di elettrotecnica ed elettronica del Politecnico di Milano, ha indetto una riunione presso la sede centrale cui hanno partecipato i colleghi Faletti, Dal Monte, Segre, Aiminio per l'AEI, Catenacci per il CESI, Natali per la MM e Villa per la Sit Siemens. In tale riunione si è deciso che vengano istituiti un *premio AEI* biennale con diploma, medaglia d'oro (offerta dalla Sezione di Milano) e una somma di L. 3 000 000 (offerta da CESI, Siemens e MM) e una *Borsa di studio* annuale della durata di 10 mesi consistente in un assegno mensile e un assegno finale. La Borsa sarebbe riservata a un neolaureato o a uno studente del Politecnico di Milano, Socio dell'AEI, per attività e ricerca presso la Sit Siemens, o la MM, o il CESI e in parte presso il Politecnico di Milano. Viene data lettura delle bozze dei rispettivi regolamenti da sottoporre all'approvazione dell'Assemblea Generale.

Mariani chiede delucidazioni sulla scelta dei candidati alla Borsa, che sarebbe limitata a studenti o neolaureati del Politecnico di Milano. Il *Presidente* ritiene che la somma messa a disposizione dalle ditte finanziatrici milanesi, presso le quali la ricerca dovrebbe essere svolta, difficilmente permetterebbe a un residente fuori Milano di affrontare le spese di soggiorno. Dopo interventi di *Francini, Gigli* e *Moretti,* il *Presidente* si riserva di risentire gli Enti finanziatori. A guadagno di tempo il regolamento verrà ugualmente sottoposto all'approvazione della Assemblea cui però verrà chiesto mandato per apportare eventuali modifiche. *Valentino* comunica che durante il Pranzo Sociale verrà assegnato al Socio ing. Enrico Morten il premio di L. 1 000 000 offerto dalla Soc. Landis & Gyr Italia al miglior laureato in Telecomunicazioni della Sezione di Genova e si augura che alcuni premi dei Gruppi vengano assegnati ogni anno in tale occasione.

5) *Rinnovo cariche sociali.*

Il Comitato di Presidenza ha deliberato di proporre al Consiglio Generale la candidatura dell'ing. Giorgio Dal Monte alla carica di Presidente Generale e dei proff. Francesco Scillieri e Luigi Paris alle cariche di Vice Presidenti Generali per il triennio 1980-1982. Per la designazione ufficiale dei candidati si procede alla votazione scritta sulle schede già distribuite. Il *Presidente* prega Fabrizi, Minnaja e Donati di svolgere la funzione di scrutatori e, terminato lo scrutinio, comunica i seguenti risultati.
Votanti n. 65, schede valide n. 65.
Hanno ottenuto voti per la Presidenza Generale: ing. Giorgio Dal Monte, voti n. 52, voti dispersi n. 11. Per la V. Presidenza Gen.: prof. Francesco Scillieri, voti n. 60, voti dispersi n. 1; prof. Luigi Paris voti n. 61.
Il Consiglio applaude calorosamente all'indirizzo dei candidati.

6) *Bilancio di previsione*

Dopo le decisioni del Consiglio Generale del 13 gennaio le previsioni per il 1979 risultavano da un bilancio preventivo con un disavanzo di circa 25 ML (in quanto non erano stati approvati gli aumenti di contributi originariamente proposti) e da un piano di copertura del passivo accumulato nel quale venivano considerati previsti aumenti di introiti e possibili economie di spese. Nei suddetti conteggi non era stato considerato alcun contributo straordinario da parte di Sezioni e di Soci. Grazie a questi contributi di circa 10 milioni, a un maggior introito per le pubblicazioni e ad alcune economie, il bilancio annuale sarà presumibilmente in pareggio dopo aver consentito di ricuperare più di quanto previsto dal piano di copertura per il 1979 e che apparirà come avanzo di gestione. Non si è tenuto conto del risultato economico del Convegno ISH poichè i conti sono ancora in corso ma le stime preliminari fanno prevedere un risultato positivo che potrà consentire di accelerare la copertura del passivo residuo.
Tenuto conto che per i prossimi anni non si può contare su ulteriori contributi straordinari da parte di Soci e Sezioni, del disavanzo da ricuperare, del perdurare dell'inflazione e considerando che nei Consigli precedenti si erano ritenuti preferibili piccoli aumenti annuali, il *Presidente* propone che i contributi dei Soci juniores e individuali vengano portati ai valori originariamente proposti al Consiglio del 13 gennaio e cioè juniores L. 12 000 (quota lire 13 000) anzichè rispettivamente L. 9 500 e L. 10 500. Soci individuali: contributo L. 21 500 anzichè le attuali L. 18 500. Le quote dei Soci collettivi potrebbero restare inalterate.
La quota comprenderà la rivista « L'Elettrotecnica » e sarà chiesto un modesto supplemento, da definire al più presto, per ricevere le riviste di ricerca. *Francini* rileva che l'aumento chiesto dalla Presidenza è giustificato dall'incremento di svalutazione verificatosi in percentuale maggiore e propone al Consiglio di accettare la proposta che viene approvata all'unanimità.

Tommazzolli chiede se, sull'esempio di alcune Associazioni estere, si possa pensare ad una categoria di Soci «aggregati» a quota ridotta e senza diritto a ricevere la rivista; dopo interventi di *De Pol, Fabrizi, D'Andrea* e *Villa,* il *Presidente* mette in rilievo la diversa natura dell'AEI nei confronti delle Associazioni estere citate e ritiene che ogni sforzo debba essere piuttosto diretto a produrre una rivista base gradita alla maggioranza dei Soci e a rendere più

interessante l'attività delle Sezioni. Per discutere questi problemi propone, e il Consiglio accetta volentieri, che i Presidenti di Sezione e dei Gruppi specialistici si riuniscano al più presto. Viene subito decisa la data del 24 novembre 1979 e la sede presso la Sezione di Roma. Durante la riunione verranno presi in esame altri argomenti di interesse per l'Associazione.

7) *Varie ed eventuali.*

Il Presidente domanda se qualcuno desidera chiedere la parola; non essendovi altri interventi ringrazia i presenti e toglie la seduta alle ore 12.10.

*

MINUTA DI VERBALE DELL'ASSEMBLEA GENERALE ORDINARIA DELL'AEI

(S. Margherita Ligure, 26 Settembre 1979)

L'Assemblea Generale, convocata con invito pubblicato sul numero di luglio 1979 de « L'Elettrotecnica », essendo andata deserta in prima convocazione indetta per il 23 Settembre alle ore 8.00, è valida in seconda convocazione presso l'Albergo Miramare di S. Margherita Ligure ove ha inizio alle ore 17.30 del giorno 26.

Presiede il Presidente Generale *Dadda* con il Vice Presidente *Dal Monte* e il Segretario Generale *Faletti*. Il *Presidente* dopo un cordiale benvenuto ai presenti passa allo svolgimento del seguente:

Ordine del Giorno

1) Approvazione del verbale dell'Assemblea precedente (Milano, 7 aprile 1979) pubblicato nel fascicolo di giugno 1979 della rivista « L'Elettrotecnica ».
2) Comunicazioni della Presidenza.
3) Riconoscimenti ai Soci.
4) Premi e Borse di studio. Approvazione del Regolamento per il Premio Ercole Bottani.
5) Bilancio di previsione.
6) Varie ed eventuali.

1) *Approvazione del verbale della seduta precedente.*

Il *Presidente* informa che sul testo pubblicato nel fascicolo di giugno de « L'Elettrotecnica » non sono pervenute osservazioni e poichè nessuno dei presenti ha osservazioni da fare, il testo viene approvato.

2) *Comunicazioni della Presidenza.*

a) *Soci defunti.* Il Presidente rivolge un mesto pensiero alla memoria dei Soci defunti dei quali si è avuto notizia dopo l'Assemblea tenuta a Catanzaro il 27 Settembre 1978 e ne legge l'elenco. Nel corso dei Consigli Generali del 7 Aprile e del 23 Settembre 1979 sono stati particolarmente ricordati i colleghi che hanno lasciato più viva traccia nella vita dell'AEI, nel campo scientifico e industriale. Di essi sono stati o saranno pubblicati particolari necrologi sulle Riviste. Il *Presidente* invita i presenti ad un breve raccoglimento nel ricordo dei colleghi defunti.

b) *Situazione Soci.* Il numero attuale dei Soci è di 9 724 di fronte a 10 025 esistenti al 31/8/1978, con una diminuzione complessiva di 301 Soci, dovuta a 1 198 nuove iscrizioni e a 1 499 cancellazioni. Continua a manifestarsi un notevole ricambio di iscritti. I dettagli sono riportati nelle tabelle A e B.

c) *Attività sociali.*

— *Sezioni.* Nel periodo dal 1-9-1978 al 31-8-1979 l'attività delle Sezioni è stata di 142 manifestazioni di cui 117 riunioni culturali e 25 gite e visite tecniche contro 167 manifestazioni dell'anno precedente. Le Sezioni più attive sono state Milano, Torino e Roma. Alcune Sezioni hanno svolto manifestazioni di particolare rilievo (Simposi, Tavole Rotonde, Giornate di studio) di cui sono state date ampie notizie sulle Riviste.

— *Ciclo misure.* Il Ciclo misure sulla « Velocità di fase su linee a microstriscia nella gamma 1 - 2,4 GHz » non è stato completato a causa di ritardi verificatisi presso alcuni laboratori preposti alle prove. Il Consiglio ha deciso che, al termine del Ciclo in corso, l'AEI debba cessare questa attività che non corrisponde ormai più alle attuali necessità.

Tabella A - *Situazione Soci al 31 agosto 1979*

Sezioni	Em.	Vit.	Individ.	Jun.	Collettivi 1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	Perp.	Totali 31.8.79	31.8.78
Adriatica	3		208	49	15	1					5		281	282
Bologna	8		429	85	27	8	3	2	1		3		566	581
Calabra			222	84	17	3					2		328	358
Catania	1		246	82	9	4					2		344	324
Firenze	9		292	23	14	3	1	1	2		8		353	384
Ligure	18		376	46	8	10	4	2	2		3		469	481
Livorno	4		174	44	14	1	1				2		240	250
Lucana			144	22	5						2		173	181
Milano	78	2	1 935	355	52	27	15	18	26	15	8	2	2 533	2 576
Napoli	17		574	185	25	12	3	1	1	1	6		825	841
Palermo	3		217	56	7	4			1		4		292	293
Pugliese	2		342	122	20	1					3	1	491	463
Roma	31		643	115	16	16	3	3	3	2	13		845	878
Sarda	3		167	57	4	2				2	3		238	273
Torino	21		498	118	16	18	6	4	2	4	8		695	776
Trentino-Alto Adige	5		159	27	4	10	5	1			4		215	223
Trieste	6		138	20	7	3	2				3		179	201
Veneta	14		409	91	25	9	1	3			5		557	570
Estero	4		89			6						1	100	90
Totale	227	2	7 262	1 581	285	138	44	35	38	24	84	4	9 724	10 025

TABELLA B - *Variazione numero totale dei Soci*

Categoria	Situazione al 31.8.78	Situazione al 31.8.79	Ammissioni	Cancellazioni	+	—
Emeriti	210	227	31	14	17	
Vitalizi	2	2				
Individuali	7 392	7 262	727	857		130
Juniores	1 773	1 581	394	586		192
Collettivi						
cat. 1ª	281	285	21	17	4	
» 2ª	136	138	10	8	2	
» 3ª	49	44	3	8		5
» 4ª	36	35	3	4		1
» 5ª	34	38	7	3	4	
» 6ª	25	24	1	2		1
» 7ª	83	84	1		1	
Perpetui	4	4				
Totale	10 025	9 724	1 198	1 499	28	329

— *Gruppi specialistici.* I Soci che hanno aderito ai Gruppi specialistici sono: Microelettronica 768, Telecomuncazioni 1 194, Televisione e Videonica 613, Tecnologie didattiche 772, Ingegneria dei sistemi 664, Affidabilità dei sistemi 650, Trazione elettrica 235, Compatibilità elettromagnetica 102, Impianti elettrici utilizzatori 247, Bioingegneria elettrica 144. Gli ultimi quattro Gruppi sono ora formalmente costituiti essendo stato superato il limite di 100 adesioni. Il prof. Someda ha comunicato che il Comitato Promotore del Gruppo Optoelettronica ne ha raccomandato la costituzione presso la Sezione di Bologna e il Consiglio ha approvato anche la proposta di attendere che si raggiungano 100 adesioni prima di designare le cariche provvisorie. Per la estensione del campo di attività dell'attuale Gruppo di Tecnologie Didattiche per l'Elettrotecnica e l'Elettronica, che assumerà la denominazione di « Formazione e Professione », il prof. Stracca ha accettato l'incarico di costituire la Commissione di studio che sarà prossimamente convocata. Il Presidente del Gruppo « Impianti elettrici utilizzatori » *Fabrizi* sollecita azione di propaganda per ottenere ulteriori adesioni a tutti i Gruppi. Per il Gruppo di Microelettronica il prof. Forlani ha comunicato che per ragioni di avvicendamento ritiene preferibile una rotazione della Presidenza e ha suggerito che la carica di Presidente venga affidata al prof. Minnaja che ha accettato l'incarico. *Ferrari* e *Belotti* fanno rilevare l'opportunità di promuovere un efficace collegamento dei Gruppi con gli appropriati Sottocomitati CEI. *Dal Monte* proporrà al CEI di tenersi in contatto con i Gruppi specialistici per facilitare il loro inserimento. *Volta* e *Mayer* ritengono che i compiti dei Gruppi siano soprattutto culturali e di ricerca e solo in via subordinata normativi. *Faletti* rispondendo a *Segre* indica la possibilità che il Gruppo di Impianti elettrici utilizzatori possa contribuire a risolvere il problema del collaudo degli impianti elettrici. Dopo interventi di *Fabrizi, Valentino, Dal Monte, Corbellini* e *Calì* sul tema normativo, il *Presidente* rileva che per formarsi idee precise sull'argomento occorre attendere l'evolversi della situazione politica e in particolare quali compiti saranno assegnati alle Regioni a seguito della riforma sanitaria.

— *Pubblicazioni.* Il programma di ristrutturazione delle riviste, prevede, a partire possibilmente dal 1° gennaio 1980, di passare da 2 a 3 riviste e precisamente:

— «L'Elettrotecnica», mensile, da inviare gratuitamente a tutti i Soci e contenente articoli di interesse generale, anche ripubblicati da altre riviste, le varie rubriche, comprese quelle sociali, e le comunicazioni ai Soci.

— «Alta Frequenza», bimestrale, da inviare ai Soci interessati con un supplemento di quota e contenente articoli scientifici originali nel campo dell'elettronica, informatica e telecomunicazioni.

— Una terza rivista nuova, analoga ad «Alta Frequenza» ma nel campo dell'elettrotecnica di potenza, uscirà con 12 numeri annui di cui 6 per la parte elettrotecnica (Sezione A) e 6 per la parte idraulica (Sezione B). Detta rivista sarà inviata con supplemento di quota ai Soci interessati ad una o ad entrambe le Sezioni. L'AEI, l'ENEL e il CESI hanno avviato trattative per far sì che l'AEI acquisisca dal CESI la testata de « L'Energia Elettrica» per farne la sua terza rivista che continuerebbe ad essere diretta dal prof. Catenacci.

Il *Presidente* informa che il Consiglio è d'accordo su questa soluzione e l'Assemblea a sua volta approva all'unanimità la seguente mozione:
« L'Assemblea Generale dell'AEI, udite le comunicazioni del Presidente Generale circa l'acquisizione della testata della rivista « L'Energia Elettrica » da parte dell'AEI, approva l'operato e invita la Presidenza a perfezionare gli atti necessari per tale acquisizione fissando le condizioni e quanto altro necessario ».

«Alta Frequenza» e la terza rivista verranno stampate al minimo costo e cioè in offset partendo da matrici preparate dagli autori. L'inizio della stampa offset è già avvenuto col numero di luglio di «Alta Frequenza» e con quello di Settembre per gli articoli della II parte de « L'Elettrotecnica».
Per la pubblicità sulla futura «Elettrotecnica» e su «Alta Frequenza» è stato stipulato il contratto con la Società PRS, mentre la pubblicità su « Energia Elettrica » continuerà ad essere affidata all'Agenzia Mascheroni che la gestisce attualmente.

d) *Riunioni Annuali.* La 80ª Riunione Annuale ha raccolto 534 iscrizioni fra cui 53 Signore. Al pranzo Sociale risultano iscritti 85 Soci e 26 Signore e 35 invitati hanno annunciato la propria partecipazione. Le memorie presentate sono state 164. Le due Tavole Rotonde sui temi annunciati saranno tenute Giovedì 27 Settembre.
Il Consiglio precedente aveva aderito alla proposta della Sezione di Trieste riguardante la 81ª Riunione Annuale sia per la sede sia per il tema che dall'apposito Comitato costituito allo scopo è stato definito: « Metodologie e tecnologie elettriche ed elettroniche nella bioingegneria ».
Per ampliare l'interesse dei Soci è allo studio un secondo tema. Aperta la discussione cui intervengono numerosi partecipanti tra cui *Schiavi, Fabrizi, Volta, Ferrari e Tommazzolli* viene affrontato il problema della selezione delle memorie da parte di una Commissione cui dovrebbero partecipare i Relatori e che dovrebbe basare il proprio giudizio su un sommario esteso da richiedere agli Autori. E' pure stata presa in esame l'opportunità di introdurre memorie « invitate » presentate da specialisti. L'Assemblea approva tali orientamenti.
Belotti raccomanda che le Riunioni Annuali vengano preferibilmente svolte presso sedi universitarie per facilitare la distribuzione delle memorie nelle sale e di cercare di evitare temi troppo ampi.

e) *Collaborazioni e rapporti esterni.*

— *CEI.* L'attività di preparazione delle norme e dei progetti si è svolta regolarmente. Con il Decreto del 15 Dicembre 1978 il CEI è stato incaricato di preparare le norme armonizzate nell'ambito della direttiva per la libera circolazione dei materiali a bassa tensione nei paesi della CEE. Tale decreto pone il CEI alla pari con gli altri enti normativi che operano nel CENELEC e permette l'apertura di un dialogo diretto con il Ministero dell'Industria che ha tuttavia avocato a sè il compito di pubblicare le norme armonizzate sulla Gazzetta Ufficiale. Nell'ambito della normativa e della infortunistica si attendono le decisioni governative che conseguiranno dall'attuazione della legge per la Riforma Sanitaria.

— *FAST.* La collaborazione con la FAST continua a svilupparsi in varie occasioni. In particolare l'AEI ha nominato il prof. Minnaja e l'ing. Aiminio quali propri delegati nel Comitato Tecnico del Convegno BIAS.

— *IEEE.* I Soci cumulativi AEI/IEEE che hanrinnovato l'iscrizione per il 1979 sono 477 su 807 Soci IEEE in Italia. La situazione al 31-8-1978 era di 545 su 728. Su proposta della IEEE l'accordo AEI/IEEE è stato rinnovato per altri 3 anni e cioè sino al Dicembre 1982.

— *CIRED.* Il Congresso CIRED 1979 ha avuto luogo con molto successo a Liegi dal 14 al 18 maggio 1979. Il prossimo Convegno avrà luogo a Londra nel 1981 e in quella occasione la Presidenza della Sezione che si occuperà della progettazione dei sistemi di utenze pubbliche sarà affidata all'ing. Comellini.

— *EUREL-EUROCON* '80. L'Assemblea Generale dell'EUREL ha avuto luogo a Londra il 20 settembre e vi ha partecipato il Presidente Generale. Alla Presidenza EUREL è stato eletto per il 1980 Mr. Hans Haindl Presidente della Associazione Austriaca. E' stata approvata una mozione avente lo scopo di attirare l'attenzione dei governi delle nazioni EUREL e del MEC sulla necessità di favorire studi e ricerche per la produzione di componenti e di circuiti microelettronici. Sono pure state varate regole per il patrocinio a Conferenze internazionali. Il Comitato Direttivo dell'EUROCON '80, cui partecipa il prof. Gigli, procede nel lavoro di organizzazione attraverso i vari Comitati operativi.

— *SEP.* Alle Giornate Italiane in Polonia che saranno svolte a Varsavia su invito della SEP parteciperanno i colleghi Bevilacqua, Catania, Gigli, Mayer, Martinelli, Segre e Sforzini che terranno conferenze sugli argomenti precedentemente comunicati.

3) *Riconoscimenti ai Soci.* Il *Presidente* propone la proclamazione a Soci Benemeriti dei colleghi Giuseppe Francini, Alvaro Fusini, Giorgio Dal Monte, Giulio Roncoroni, Antonio Gigli e Luigi Zattini per avere contribuito in modo particolare allo sviluppo dell'AEI. Propone inoltre la proclamazione a Soci Emeriti e a Soci Fedeli dei colleghi che alla fine del corrente anno compiranno rispettivamente 50 e 25 anni di appartenenza all'AEI. Sono state assegnate targhe di merito ai Soci Ricciotti, Grandinetti e Porcaro per la efficace collaborazione che ha contribuito al successo della Riunione Annuale di Catanzaro e ai Soci Chirico, Russo, Calabrò e Minervini della Sezione Calabra per avere procurato più di 10 nuovi Soci. Un prolungato applauso esprime l'approvazione e il compiacimento dell'Assemblea.

4) *Premi e Borse di studio.*

Il *Presidente* comunica che la Commissione aggiudicatrice composta dai colleghi Faletti, Regoliosi, Gatti, Perez de Vera e Vallini, Segretario Donati, ha assegnato i premi:

— *AEI Pubblicazioni* a Ercole De Castro per la lunga e brillante attività scientifica nel campo delle telecomunicazioni, per le iniziative nell'area bolognese relative al Laboratorio LAMEL, Centro di studio dei componenti elettronici, e per la intensa ed apprezzata collaborazione alla vita culturale dell'AEI.

— *AEI Ricerche.* Al lavoro A. Chiabrera, R. Delfino, D. Ponta, G. Vernazza, R. Viviani: *The Assessment of the formal semiconductor device theory.* « Alta Frequenza », maggio 1978. Il Premio viene assegnato ad A. Chiabrera non essendo gli altri Autori Soci dell'AEI.

— *Premio Bonazzi.* Al lavoro L. Delcaro, G. Sicuranza: *Filtri digitali bidimensionali per l'elaborazione delle immagini.* «Alta Frequenza», febbraio 1978. Il premio viene assegnato ad entrambi gli Autori, Soci dell'AEI.

— *Premio Bauchiero.* Al lavoro A. Ferro, P. Mazzetti, G. Montalenti, G.P. Soardo: *Anomalie delle perdite di potenza in materiali magnetici* (memoria 7, Riunione Annuale 1977). Il premio è assegnato a A. Ferro e P. Mazzetti, non essendo gli altri Autori Soci dell'AEI.

— *Premio Maria Faletti Nosari.* Al lavoro F. Gagliardi, R. Mongelluzzo: *Possibilità di accumulo di energia elettrica in reti MT: pianificazione delle reti e costi della fornitura* (memoria I.76 Riunione Annuale AEI 1978). Secondo quanto stabilito dal regolamento del premio il diploma verrà assegnato ad entrambi gli Autori, mentre all'Autore F. Gagliardi, Socio con maggior anzianità di iscrizione all'AEI, verrà assegnata anche la medaglia d'oro.

— *Premio Barbagelata.* La Commissione giudicatrice, composta dal prof. Faletti, presidente, e

dai proff. Gatti, Regoliosi, ha preso in esame gli articoli pubblicati negli anni 1977 e 1978 sulle riviste e sugli Atti dell'Associazione e intesi, secondo lo spirito del premio, ad illustrare in forma accessibile alla maggioranza dei lettori gli sviluppi più recenti di alcuni capitoli dell'elettrotecnica o dell'elettronica ed ha scelto la memoria: A. Brandolini - E. Campanari - *Contributo ad una moderna tariffificazione dell'energia elettrica: proposta di una misura dell'energia apparente dovuta al residuo armonico di corrente* (« L'Elettrotecnica » maggio 1978). Il premio viene assegnato ad entrambi gli Autori, già Soci dell'AEI.

La Commissione ha rilevato con rammarico che molti contributi presi in considerazione in prima istanza hanno dovuto, anche se meritevoli, essere esclusi, a norma di regolamento, dal successivo esame, in quanto nessuno degli Autori risultava Socio dell'AEI.

— *Borse di studio.*

— La Borsa « ing. Sante Belotti » è stata riconfermata per l'anno accademico 1978/79 allo studente Diego Vidal che frequenta il III anno di ingegneria elettronica presso il Politecnico di Milano. Il vincitore ha successivamente rinunciato alla Borsa da lui vinta. Il dr. Guido Belotti ha accettato di rendere biennale la Borsa raddoppiandone l'importo.

— La Borsa « Avv. Francesco Cameli » non è stata conferita per l'anno 1979 per mancanza di candidati e il vincitore per l'anno 1978 vi ha rinunciato a metà godimento per poter usufruire di altra Borsa. La Soc. Telemar ha accettato di rendere biennale la Borsa raddoppiandone l'importo.

L'Assemblea Generale è chiamata a sanzionare le assegnazioni dei Premi IEL e 3 M ITALIA per i quali la Commissione esaminatrice ha proposto:

a) il Premio IEL 1978, ex aequo, alla memoria G. Benelli, E. Dalle Mese, D. Giuli, P. Neri, G. Parietti: «*Modelli statistici per la valutazione delle prestazioni di radar secondari con ricevitore monopulse* » e alla memoria V. Cappellini, E. Del Re, P. Lombardi, S. Pardini, G. Zappa, « *Alcuni algoritmi adattivi di tracking per collegamenti con mezzi mobili* ». Le suddette due memorie illustrano ricerche svolte nell'ambito del progetto finalizzato del CNR « aiuti alla navigazione e controllo del traffico aereo». Il Premio verrà attribuito agli Autori Soci dell'AEI Dino Giuli, Gualberto Parietti, Vito Cappellini, Enrico Del Re, Piero Lombardi.

b) Il Premio 3M ITALIA 1978, alla memoria G. Barbesino, G. Manzoni, S. Panichelli, L. Salvaderi, T. Taschini, M. Valtorta: « *Integrazione in un sistema elettrico di fonti di energia non convenzionali* ».

Il premio verrà attribuito agli Autori Soci dell'AEI Claudio Barbesino, Giancarlo Manzoni, Luigi Salvaderi, Achille Taschini e Marino Valtorta.

— *Borsa Someda.* Il regolamento è stato redatto sulla base del mandato conferito dall'Assemblea del 27-9-1978. I contributi raccolti sinora ammontano a circa 40 milioni. Il CNR contribuirà con una somma sino a 2 milioni ogni biennio per spese di viaggio e soggiorno. La Commissione giudicatrice composta dai proff. De Pol (delegato dal Presidente Generale), Regoliosi (delegato dal Segretario Generale, Marenesi (delegato dal Presidente della Sezione Veneta), Gigli, De Ferra e Di Pieri (rappresentanti degli Enti finanziatori), si è riunita il 23 luglio per l'esame dei candidati e ha assegnato la Borsa all'ing. Paolo Bassi, laureato all'Università di Bologna, che intende seguire un corso di perfezionamento sull'ottica integrata presso il Laboratoire de Electro-optique dell'Università di Nizza.

— *Premio* e *Borsa Bottani.* Il 15 maggio u.s. la Sezione di Milano, che ha coordinato le varie iniziative promosse dall'Istituto di elettrotecnica ed elettronica del Politecnico di Milano, ha indetto una riunione che ha deciso di istituire un Premio AEI biennale con diploma, medaglia d'oro (offerta dalla Sezione di Milano) e una somma di L. 3 000 000 (offerta da CESI, SIT Siemens e Metropolitana Milanese). E' stata inoltre approvata l'istituzione di una Borsa di studio annuale della durata di 10 mesi consistente in un assegno mensile e in un assegno finale, riservata a un neolaureato o a uno studente socio dell'AEI, per attività di ricerca presso una delle tre Società finanziatrici ed eventualmente in parte presso un Politecnico o una Università. L'Assemblea approva il regolamento del Premio Bottani e dà mandato alla Presidenza per apportare al regolamento della Borsa Bottani eventuali variazioni suggerite dal Consiglio circa la scelta dei candidati e da concordare con le Società finanziatrici.

Per l'anno 1980 saranno in assegnazione i Premi AEI «Pubblicazioni», «Ricerche» e «Bonazzi» per la cui Commissione il Consiglio Generale ha nominato i colleghi Regoliosi, Gatti, Catenacci, Franceschetti, De Castro, Segretario: Donati. Sono pure in assegnazione i Premi «Castellani», «Barbagelata», «Bottani», IEL e 3M ITALIA e le Borse di studio «Belotti», «Volta», e «Bottani», le cui Commissioni saranno costituite a norma dei rispettivi regolamenti.

5) *Bilancio di previsione.*

Il *Presidente* informa che per l'esercizio in corso la situazione si prevede favorevole e che, grazie a economie realizzate e a maggiori proventi tra cui circa 10 ML di contributi volontari di Soci e Sezioni si prevede che possa essere ricuperata circa la metà del disavanzo di 75 ML accumulatosi negli esercizi precedenti; per poter raggiungere l'obiettivo del recupero totale nei tempi previsti dal piano predisposto, tenuto conto del perdurare dell'inflazione, il Consiglio Generale ha deliberato di apportare un aumento di L. 3 000 ai contributi 1980 per i Soci individuali e di L. 2 500 per i Soci juniores.

6) *Varie ed eventuali.* Il *Presidente* comunica che a termini di Statuto il Consiglio Generale ha proceduto alla votazione per la designazione dei candidati da sottoporre al referendum dei Soci per la nomina del nuovo Presidente Generale e di due Vice Presidenti Generali. Sono risultati candidati lo ing. *Giorgio Dal Monte* per la Presidenza Generale e i proff. *Francesco Scillieri* e *Luigi Paris* per la Vice Presidenza Generale.

L'Assemblea esprime il proprio compiacimento con un lungo e caloroso applauso. *Calì* rivolge un indirizzo di ringraziamento al Presidente uscente e al prof. Faletti per i validi risultati raggiunti dall'AEI durante il triennio 1977-79.

La seduta è tolta alle ore 19,30.

Soci iscritti nel 1955 da proclamare fedeli nel 1980

Sezione Adriatica: Cantini ing. Maurizio.

Sezione di Bologna: Covri ing. Albano, Fascioli Abner, Masetti prof. ing. Massimo, Munari Renato, Pezzi ing. Mario, Pierantoni ing. Ferrante, Tozzi per. ind. Franco, Zanichelli ing. Martino.

Sezione di Catania: Tomarchio ing. Giuseppe.

Sezione di Firenze: Becherucci ing. Raffaele, Cortonesi Ugo, Giovannelli ing. Renzo, Rostagno ing. Gustavo.

Sezione Ligure: Alfano ing. cav. Antonino, Battoni ing. Bruno, Longoni Ermenegildo, Pensiero per. ind. Rinaldo, Salvi ing. Luigi.

Sezione di Livorno: Baroncini per. ind. Ilio, Fornasetti per. ind. Danilo, Franchi ing. Giovanni, Guiraud prof. ing. Gustavo, Mancianti prof. ing. Mario, Mariotti Giancarlo.

Sezione Lucana: De Rosa ing. Antonio.

Sezione di Milano: Andreoletti per. el. Benito, Benelli ing. Ottaviano, Berglinz De Rosmini ing. Carlo, Berizzi ing. Franco, Bertol per. ind. Mario, Bezzi ing. Silvano, Bianchi per. ind. Marco, Bonghi ing. Mario, Bravin ing. Silvano, Bugliesi per. el. Duilio, Cappelletto ing. Emilio, Casati per. el. Sergio, Ciurlo ing. Andrea, Codini ing. Adriano, Corbellini ing. Francesco, Cremonesi per. ind. Gino, Dagnino ing. Umberto, Dansi Franco, De Benedetti ing. Renato, Gambino ing. Giovanni, Ghisellini ing. Dante, Guzzetti Albano, Lampis ing. Giampietro, Lucca Gino, Masserdotti ing. Renato, Moffa ing. Sabato, Nadalini Dino, Occhini ing. Elio, Rosnati ing. Roberto, Ruspa ing. Francesco, Russo ing. Enzo, Simonatti per. ind. Attilio, Urvetti ing. Pietro.

Sezione di Napoli: Di Salle ing. Gianfranco, Impagliazzo ing. Salvatore, Moda ing. Giovanni, Perez De Vera ing. Mario, Vinaccia ing. Alfonso.

Sezione di Palermo: Bellisà ing. Giuseppe, Rampolla ing. Filippo.

Sezione di Roma: Bargiacchi ing. Sergio, Bonetti ing. Tito, Buscaglione ing. Aldo, Dell'Arciprete ing. Camillo, Imbasciati ing. Mario, Maggio ing. Elvio, Manni ing. Raffaello, Murgo prof. Mario, Rivabene ing. Mario, Senis ing. Renato, Tassinari ing. Ennio, Terzaghi ing. Adolfo, Vazio ing. Alberto, Venturini ing. Ottavio.

Sezione di Torino: Aceto per. ind. Renzo, Bolis per. ind. Mario, Cantarella ing. Giovanni, Cantino prof. ing. Dario, Cavallo ing. Emilio, Celso Mario, Colussi Elio, Concaro ing. Franco, Cortale ing. Francesco, Eccettuato ing. Giulio, Fiorio Belletti prof. Giovanni, Marchetto ing. Michele, Mezzino ing. Giuseppe, Osta Francesco, Pagliani Lorenzo, Valli ing. Mario.

Sezione Trentino - Alto Adige: De Tofoli ing. Rino, Garbari ing. Marco, Pietragnoli Roberto, Trintinaglia per. ind. Pier Luigi.

Sezione di Trieste: Silli per. ind. Luigi.

Sezione Veneta: Bosisio Carlo, Cavestro Erme, Cuomo ing. Enzo, Gottardis per. ind. Luigi, Malesani Luigi, Perinelli per. ind. Stelio, Pistorelli ing. Giuliano, Pistorelli ing. Vittorio, Sandri dott. Ruggero, Vitaliani Tullio.

Soci all'estero: Rickembach ing. M.W.

Soci collettivi iscritti nel 1955 da proclamare fedeli nel 1980.

Sezione di Milano: F.I.R. - San Pellegrino (Bergamo) - 4ª categoria; Bassani Ticino - Milano - 5ª categoria.

Sezione Sarda: Ente Autonomo del Flumendosa - Cagliari - 2ª categoria.

Sezione di Torino: Pogliano dei F.lli Pogliano - Torino - 2ª categoria.

*

VERBALE DI AGGIUDICAZIONE DEI PREMI I.E.L. e 3M ITALIA S.p.A.

La Commissione per l'assegnazione dei Premi I.E.L. e 3M ITALIA S.p.A. si è riunita il giorno 13 giugno 1979 alle ore 17.30 presso l'Ufficio Centrale dell'AEI, Viale Monza, 259.

Sono presenti i Signori:

prof. dr. ing. Luigi Dadda - Presidente Generale dell'AEI

prof. dr. ing. Noverino Faletti - Segretario Generale dell'AEI

prof. dr. ing. Piero Regoliosi - Direttore de « L'Elettrotecnica »

prof. dr. ing. Emilio Gatti - Direttore di « Alta Frequenza »

dott. ing. Franco Galante - Rappresentante della 3M Italia S.p.A.

prof. dr. ing. Piero De Pol - Rappresentante del Politecnico di Milano

prof. dr. ing. Lorenzo Lunelli - Rappresentante del Politecnico di Milano

dott. ing. Giorgio Cavina - Rappresentante della IEL

dott. ing. Giovanni Marcolini - Rappresentante della IEL

prof. dr. Silvano Donati - Segretario della Commissione.

Assenti giustificati il prof. dr. ing. Arnaldo Maria Angelini, il prof. dr. ing. Antonio Gigli e il dott. ing. Aldo Velcich.

Il Presidente apre la seduta con parole di saluto ai presenti e ricorda che, conformemente a quanto previsto dalla regolamentazione dei Premi e delle Borse AEI, saranno prese in considerazione per i Premi solo le memorie per le quali almeno un Autore risulti iscritto all'AEI e si rammarica che una delle memorie segnalate dai Relatori Speciali non possa essere presa in esame in quanto nessuno degli Autori è iscritto all'AEI. Anche quest'anno il prof. Faletti, nella sua qualità di Segretario Generale, ha inviato una lettera ai Relatori Speciali nella quale li pregava di invitare gli Autori delle memorie di iscriversi all'Associazione onde poter concorrere ai Premi I.E.L. e 3M ITALIA S.p.A.

Si passa quindi all'esame delle memorie segnalate dai Relatori Speciali e vengono poste in discussione anche altre possibili candidature.

Dopo un approfondito esame, la Commissione decide di assegnare il *Premio Industrie Elettriche di Legnano* ex aequo alle memorie:

1) Memoria II.24

G. Benelli, E. Dalle Mese, D. Giuli, P. Neri, G. Parietti: «Modelli statistici per la valutazione delle Prestazioni di Radar Secondari con Ricevitore Monopulse ».

Motivazione:

La memoria segnalata raccoglie i risultati di una ricerca ad assai ampio respiro, volta ad individuare i modelli statistici che sono la premessa per l'accurata progettazione in un nuovo tipo di radar per

il controllo del traffico aereo. Il lavoro evidenzia la completezza dell'indagine e mostra aspetti originali nella realizzazione dei modelli.

2) Memoria II.6

V. Cappellini, E. Del Re, P. Lombardi, S. Pardini, G. Zappa: « Alcuni algoritmi adattivi di tracking per collegamenti con mezzi mobili ».

Motivazione:

La memoria, relativa a tecniche di inseguimento per i sistemi di controllo del traffico aereo, propone efficaci algoritmi adattivi che portano a soluzioni con filtri di Kalman nella ipotesi di moto dei bersagli lineari uniformi e circolari uniformi, quali interessano nell'aviazione civile.

Le suddette due memorie illustrano ricerche svolte nell'ambito del progetto finalizzato del C.N.R. « Aiuti alla Navigazione e Controllo del Traffico Aereo ».

Il Premio 3M ITALIA S.p.A. viene assegnato alla memoria I.68: *G. Barbesino, G. Manzoni, S. Panichelli, L. Salvaderi, A. Taschini, M. Valtorta*: «Integrazione in un sistema elettrico di fonti di energia non convenzionali ».

Motivazione:

Gli autori della memoria affrontano il problema della determinazione del valore dell'energia ottenuta da fonti rinnovabili nella sua interezza, valutando il costo di capitale e di esercizio di mezzi tradizionali sostitutivi che assicurino servizi comparabili. Uno dei pregi più evidenti di questo studio consiste nella metodologia proposta per la valutazione economica dell'inserimento delle fonti di energia non convenzionali: si tratta di un approccio sostanzialmente nuovo ed estremamente convincente per analizzare il problema per quanto riguarda l'economicità delle scelte.

Chiudendo la seduta, il Presidente si rammarica che alcuni coautori delle memorie premiate non siano ancora Soci dell'AEI e che perciò non possano partecipare alla suddivisione del premio.

Il Presidente rivolge poi un vivissimo ringraziamento alle Industrie Elettriche di Legnano ed alla 3M ITALIA S.p.A. per la istituzione dei Premi, intesi a valorizzare ulteriormente le Riunioni Annuali dell'AEI e ringrazia anche tutti i Membri della Commissione per l'efficace contributo.

La Commissione si scioglie alle ore 19.25.

EUREL

MOZIONE

AI GOVERNI
DELLE NAZIONI
ADERENTI ALL'EUREL ED ALLA COMMISSIONE
DELLA COMUNITA' ECONOMICA EUROPEA

L'EUREL, Convenzione fra le Associazioni Elettrotecniche ed Elettroniche dell'Europa Occidentale, desidera richiamare l'attenzione dei Governi delle Nazioni aderenti e della Comunità Economica Europea sulla sfida presentata dall'attuale sviluppo tecnico.

L'emergere della tecnologia della microelettronica è di un'importanza che non può essere sottovalutata; essa, parallelamente allo sviluppo tecnologico nel campo della elaborazione, memorizzazione e trasmissione delle informazioni, certamente determina cambiamenti in molti aspetti del lavoro e della vita. Secondo l'EUREL, le Società progredite devono ora affrontare cambiamenti imminenti, importanti almeno quanto quelli della rivoluzione industriale del 18° e 19° secolo e che probabilmente si verificheranno in tempi più brevi.

Al fine di assicurare il futuro benessere delle popolazioni europee, è essenziale che la politica pubblica sia diretta verso la migliore utilizzazione della tecnologia, avendo cura di evitare conseguenze sociali indesiderabili, che potrebbero sorgere durante il periodo di transizione.

Perciò, l'EUREL esorta i Governi delle Nazioni aderenti e la Comunità Economica Europea:

1 - A prendere tutte le misure in loro potere al fine di assicurare la prosperità di un'industria efficiente per lo sviluppo e la produzione di dispositivi microelettronici di grande affidabilità. Mentre si riconosce che la produzione di tali dispositivi è favorita dalla cooperazione internazionale, mediante scambi tecnologici e commerciali multilaterali, si deve incoraggiare una capacità manifatturiera europea sia per assicurare all'Europa la fornitura di questi dispositivi essenziali in qualunque periodo di tensione internazionale futuro sia perchè il successo nell'uso dei microcircuiti è largamente facilitato quando chi li impiega è in grado di influenzare egli stesso la progettazione di futuri dispositivi.

2 - Ad assicurare fondi adeguati di ricerca per ulteriori sviluppi nella produzione e nell'applicazione di nuovi dispositivi elettronici; ed anche a stimolare una stretta collaborazione in questo campo fra l'industria, le università, gli istituti di ricerca, le associazioni scientifiche e gli utilizzatori.

3 - Ad incoraggiare con i mezzi più adatti l'utilizzazione delle applicazioni della microelettronica e della tecnologia relativa da parte dell'industria europea di produzione e di servizio.

4 - A tenere presente la necessità di apportare modifiche alla istruzione, per ottenere che la popolazione sia in grado di usare le nuove tecniche ricavandone il massimo vantaggio.

Fiduciosa in una favorevole accoglienza delle suddette proposte, l'EUREL richiama anche l'attenzione dei Governi e della Comunità sul fatto che tra i propri associati esistano esperti altamente qualificati disposti ad accettare l'impegno di partecipare alla formulazione delle politiche nazionali ed europea adeguate alla nuova era tecnologica, che sta iniziando.

20 settembre, 1979

RESOLUTION

TO GOVERNMENTS
OF THE MEMBER NATIONS
AND TO THE COMMISSION OF THE
EUROPEAN ECONOMIC COMMUNITY

EUREL, which is the Convention of National Societies of Electrical Engineers of Western Europe, wishes to bring to the attention of the Governments of the Member Nations and of the Commission of the European Economic Community the challenge presented by present technical developments. The emergence of the technology of microelectronics is of an importance which can hardly be overestimated and, together with parallel developments in the technologies of informations processing, storage and transmission, seems certain to produce a transformation in every aspect of work and life. In the opinion of EUREL, developed societies now face imminent changes at least as large as those of the industrial revolution of the 18th and 19th centuries, and likely to be completed in a far shorter time.

In order to secure the future well-being of the peoples of Europe, it is essential that public policy be directed towards the most beneficial exploitation of the new technology whilst avoiding undesirable social consequences which might arise during the transitional period.

As a consequence, EUREL urges the Governments of the Member Nations and the Commission of the European Economic Community:

1 - To take all measures within their power to secure the well-being of an effective industry, for the development and manufacture of microelectronic devices of high reliability. Whilst it is accepted that the manufacture of such devices is best advanced by international co-operation, through multilateral trade and exchange of technology, an indigenous European manufacturing capability must be fostered both to secure supplies of these vital devices to Europe in any future periods of international tension and also because the successful application of microcircuits is greatly facilitated when those concerned are in a position to influence the design of future devices.

2 - To ensure adequate funding of research into further developments in both manufacture and application of the new electronic devices; and also to stimulate close co-operation in this area between industry, universities, research institutions, scientific and engineering associations and users.

3 - To encourage by all suitable means the exploitation of applications of microelectronics and related technology by European manufacturing and service industries.

4 - To give attention to the need for educational changes to ensure that the population is well placed to use these new techniques to its best advantage.

Confident of a sympathetic reception for these proposals, EUREL also draws the attention of Governments and the Community to the reserve of high technical expertise amongst the members of its constituent national societies, which recognises their obligation to participate in the formulation of national and European policies adequate to the new era of technology now beginning.

20th September, 1979.

NOTIZIE SOCIALI
DEL
COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

CEI

RIUNIONI DEI COMITATI TECNICI E DEI SOTTOCOMITATI DEL CEI

AVVENUTE NEL MESE DI NOVEMBRE 1979

presso la sede del CEI o in altra sede specificata

5 Novembre - ore 14.30 - CT 47 « *Dispositivi a semiconduttore e microcircuiti integrati* » - Pres. G. Francini

1) Approvazione del progetto di norma P. 318 (microcircuiti integrati);
2) Programma di lavoro del CT.

6 Novembre - ore 9.15 - CT 64 « *Impianti elettrici utilizzatori* » / SC 64H « *Impianti elettrici temporanei* » - Pres. A. Vita Finzi

Discussione Bozza progetto di Guida per gli impianti elettrici di cantiere di costruzione.

6 Novembre - ore 10.00 - CT 40 « *Condensatori e Resistori per Elettronica* » / Gruppo Resistori - Pres. G.P. Bolognesi

1) Resoconto meeting CECC WG 4A - Milano, 11 e 12 Settembre 1979;
2) Discussione dei documenti CECC/WG 4A (Secr.) 40, 41, 42, 43 relativi all'introduzione nella normativa CECC del concetto di « Protected Resistor »;
3) Riconsiderazione della durata della prova di sovraccarico nelle CECC 40100 e 40200;
4) Documento WG 4A (Secr) 47, relativo alla resistenza ai solventi, con particolare riguardo alla prova di invecchiamento;
5) Conseguenze dell'uscita della II ed. delle CECC 4000;
6) Commenti sulla specifica di dettaglio per trimmers a forma quadrata e sulla B.D.S. per potenziometri present - doc. CECC/WG 4 B (Secr) 59 e 60.

6 Novembre - ore 14.30 - CT 49 « *Cristalli piezoelettrici e dispositivi analoghi* » Pres. G. Masiani

1) Verifica del lavoro svolto dai W.G.;
2) Riunione TC 49 a Zurigo dal 26 al 30 Novembre 1979;
3) Esame documenti in scadenza;
4) Partecipazione ai W.G. internazionali.

6 Novembre - ore 15.00 - Commissione Italiana per l'Elettrotermia / Gruppo Promozione - Pres. L. Faletti

1) Rapporto sulla riunione di Varsavia del Comité Diffusion UIE del 13, 14 Settembre 1979;
2) Congresso di Cannes 1980:
   — rapporto del Comité Diffusion
   — tavola rotonda promossa dal Comité Diffusion
   — annuncio su riviste e giornali - articolo editoriale
   — film;
3) Notizie sul Flash Information;
4) Notizie sul bollettino;
5) Razionalizzazione dei consumi energetici - Ricuperi di calore - Notizie inter-comitati.

7 Novembre - ore 9.30 - CT 107 « *Apparecchi utilizzatori* » / Presidenti dei SC - Pres. P. Borzone

1) Accordo sulle linee di attività del Comitato e dei Sottocomitati per il prossimo futuro, con particolare riguardo ai documenti CENELEC in corso di armonizzazione
2) Esame dei rapporti col Bureau Tecnique CENELEC riguardanti i consumi di energia degli apparecchi domestici e i problemi relativi a rumori e vibrazioni;
3) Esame attività CENELEC del Comitato 59X, che si riunirà a Parigi l'11 e 12 Dicembre 1979, e del Comitato 61 CENELEC che prevede la prossima riunione nel Maggio 1980.

7 Novembre - ore 14.30 - CT 107 « *Apparecchi utilizzatori* » / SC « *Macchine lavabiancheria e lavastoviglie* » - Pres. I. Armellini

1) Esame dei documenti IEC 59A (Central Office) 15, 16, 17, 18;
2) Risposta italiana ai documenti IEC 59A (Secretariat) 29;
3) Esame del documento CENELEC 61 (Secretariat) 265 riguardante le centrifughe;
4) Prossime riunioni CENELEC TC 59X.

8 Novembre - ore 9.00 - CT 23 « *Apparecchiatura a bassa tensione* » / SC 23A « *Tubi protettivi dei conduttori* » - Pres. O. Bovone

Esame della relazione sull'incontro di Washington.

8 Novembre - ore 9.30 - CT 34 « *Lampade e relative apparecchiature* » / « *Attacchi e portalampade* » - Pres. A. Dei Bei

1) Esame dei documenti IEC:
   — 34B (CO) 330, 331;
2) Osservazioni alle nuove tabelle UNEL: 61611, 61614, 61622, 61623, 61624, 09347, 09348, 09333, Pr 1663, Pr G; Pr H, Pr I, Pr L;
3) Esame della bozza di norme sui portalampade a baionetta.

11 Novembre - ore 9.30 - CT 64 « *Impianti elettrici utilizzatori* » / SC 64F « *Impianti elettrici degli ascensori, montacarichi e simili* » / Gruppo di Lavoro 2 - Pres. M. Bertola

Continuazione esame Progetto Norme per Equipaggiamento elettrico degli apparecchi di sollevamento e trasporto

12 Novembre - ore 14.30 - CT 107 « *Apparecchi utilizzatori* » / SC « *Apparecchi termici* » - Pres. F. Norello

1) Esame della situazione normativa del settore « *Apparecchi termici* »;
2) Risposta ai seguenti documenti IEC alla regola dei 6 mesi:
   59C (Central Office) 18, 19;
3) Esame dei seguenti documenti IEC:
   61 (Sec) 199 e relativi commenti, 61 (Sec) 201 e relativi commenti;
4) Considerazioni sul documento 61(Sec) 208.

13 Novembre - ore 9.30 - Commissione Coordinamento CENELEC - Pres. D. Fabrizi

1) Preparazione della prossima riunione dell'Assemblea Generale CENELEC che avrà luogo a Madrid il 19 e 20 Novembre 1979;
2) Esame del documento « Codice GAT » relativo agli ostacoli tecnici agli scambi: eventuali prese di posizione italiane.

13 Novembre - ore 9.30 - CT 2 « *Macchine rotanti* » - Pres. L. Bianco

1) Argomenti IEC;
   1 a) 2(Secretariat) 533, 534, 535 - nuove tabelle di sovratemperature - relazione Bianco sulla riunione WG CENELEC - stesura delle risposte del CEI ai tre documenti;
   1 b) 2(Secretariat) 531, 532 - rumorosità - relazione Gdl 6/14 (Ceruti);
   1 c) riunione SC 2H a Zurigo - invio delegato e istruzioni;
   1 d) relazione riunione 2F Leningrado (Boldrini);
   1 e) relazioni attività SC 2A/WG 1 (Seregni) e TC 2/WG 15 (Tontini);
   1 f) composizione Gdl 16 (eccitazione delle macchine sincrone) nostro incaricato al TC 2/WG 16: Lanzavecchia;
2) Argomenti CENELEC;
   2 a) riunione CENELEC 2 a Berlino 7, 8 Dicembre 1979 - delegazione e discussione agenda;
   2 b) risposte ai doc. CENELEC 2 (Sec) 98 e 99, 86, 97 e 100 - relatore Mengaroni;
3) Norme CEI - eventuali proposte per la preparazione di nuove Norme.

13 Novembre - ore 9.30 - CT 41 « *Relè* » / Gruppo di Lavoro 3 - Pres. V. Medved

Completamento esame del capitolo prove e discussione programma lavoro futuro

13 Novembre - ore 10.00 - CT 3 « *Segni grafici* » / SC 3A « *Segni grafici per schemi* » - Gruppo di lavoro 4 - Pres. G. Corbellini

Riesame del progetto di Norme CEI C. 032 « *Segni grafici per gli impianti idroelettrici e termoelettrici* » e delle osservazioni a suo tempo pervenute dopo l'inchiesta pubblica, onde proseguire nell'iter procedurale.

13 Novembre - ore 15.00 - CT 36 « *Isolatori* » / « *Isolatori passanti* » - Pres. G. Villa

1) Esame delle osservazioni al Progetto CEI-UNEL Pr 2002;
2) Esame della bozza di tabella CEI-UNEL sostitutiva delle tabelle CEI-UNEL 03711-73 e 00311 - 73.

14 Novembre - ore 9.30 - CT 31 « *Materiali antideflagranti* » - Pres. C. Spelta

1) Situazione e sviluppi delle Guide all'applicazione delle Norme EN;
2) Relazione della riunione IEC/TC 31, 31-1A, 31D tenutasi ad Ottawa dal 10 al 23 Settembre 1979;
3) Lavori in corso in sede CENELEC.

15 Novembre - ore 9.30 - CT 34 « *Lampade e relative apparecchiature* » / SC 34D « *Apparecchi* » - Pres. M. Bonomo

1) Esame delle modifiche da apportare al P. 261 « *Binari elettrificati* » a seguito della pubblicazione della Variante 1/1978;
2) Esame della proposta di Variante anticipativa alla Norma CEI 34-10 « *Apparecchi per lampade ad incandescenza* » in vista della Pubblicazione IEC 598;
3) Relazione sull'ultima riunione LUMEX del 10.5. 1979;
4) Esame dei documenti IEC:
   34D (Central Office) 59, 60, 61, 62, 63.

16 Novembre - ore 9.30 - CT 34 « *Lampade e relative apparecchiature* » / Gruppo di Lavoro UNEL - Pres. S. Molinari

Esame dettagliato delle bozze di nuove tabelle UNEL da inviare alla CCN.

16 Novembre - ore 9.30 - CT 107 « *Apparecchi utilizzatori* » / SC « *Utensili a motore* » - Pres. G. Levati

Esame della bozza italiana delle norme particolari, parte II Sez. da A ad N.

19 Novembre - ore 9.30 - CT 17 « *Grossa apparecchiatura* » / SC 17B « *Apparecchiatura B.T.* » - Pres. S.B. Toniolo

1) Esame e preparazione risposta al documento 17B (Secretariat) 203;
2) Relazione del prof. Toniolo sui lavori del GL 5;
3) Esame e preparazione risposta al documento 17B (Secretariat) 202;
4) Esame e preparazione risposta al documento 17B (Secretariat) 204;
5) Esame e votazione del documento 17B (Central Office) 107.

20 Novembre - ore 9.30 - CT 34 « *Lampade e relative apparecchiature* » / SC 34A « *Lampade* » - Pres. D. Bonzanino

1) Comunicazione di commiato del Presidente;
2) Esame dei documenti IEC: 34A (Australia) 13, 34A (Central Office) 163;
3) Esame dei progetti CEI:
   « *Norme sugli ingombri massimi delle lampade ad incandescenza per illuminazione generale (IEC* 630) ».
   « *Aggiunta alle Norme* 34-12 *per le lampade ad incandescenza con durata di* 2 500 *ore (IEC* 64*A*) »

« *Variante alle Norme* 34-13 *sul metodo normalizzato per la misura delle sovratemperature dell'attacco* (*Vi IEC* 360) ».

21 Novembre - ore 9.30 - CT 23 « *Apparecchiatura a b.t.* » / « *Piccoli interruttori automatici* » - Pres. S.B. Toniolo

Esame dei documenti IEC 23E (Secretariat) 28 e 29.

21 Novembre - ore 9.30 - CT 64 « *Impianti elettrici utilizzatori* » / *SC* 64B+C Gruppo di Lavoro 3 - Pres. P. Arcangeli

Esame delle osservazioni della bozza « *Guida per l'esecuzione degli impianti elettrici negli edifici a destinazione prevalentemente residenziale* »

22 Novembre - ore 9.30 - CT 17 « *Grossa apparecchiatura* » / SC 17B / Gruppo di Lavoro 17X « *Relazioni con il CT* 17X *del CENELEC* » - Pres. G. Nozza

1) Relazione sui risultati della riunione del CT 17X tenutasi a Berlino nei giorni 26, 27 Settembre 1979;
2) Relazione sui risultati della riunione del GdT Xi Detecteur de proximité, tenutasi a Parigi nei giorni 25 e 26 Ottobre 1979;
3) Proseguimento dell'esame delle osservazioni alle traduzioni in lingua italiana ai documenti: EN 50011, 50012, 50013 relativi alla « marcatura dei terminali »; EN 50023, 50024, 50035 relativi a « profilati di supporto ».

22 Novembre - ore 15.00 - CT 110 « *CISPR* » / SC 110E e 110F - Pres. E. Nano

1) Esame dell'agenda della riunione del CT CISPR del CENELEC, che si terrà a Bruxelles il 27 e 28 Novembre 1979;
2) Formazione della delegazione italiana.

27 Novembre - ore 9.30 - CT 3 « *Segni grafici* » / Comitato di Redazione - Pres. G. Corbellini

1) Impostazione di un programma di ristrutturazione delle Norme CEI esistenti a tutt'oggi;
2) Esame dei promemoria elaborati dai sigg. Tommazzolli e Piazzi sul problema della disponibilità di Norme CEI anche in lingua straniera.

27 Novembre - ore 9.30 - CT 34 « *Lampade e relative apparecchiature* » - SC 34C « *Alimentatori* » - Pres. M. Gasparini

1) Tabelle UNEL 66012, 66013, 66014, 66016;
2) Documento IEC 34C (Central Office) 91;
3) Bozza di Norme sugli alimentatori per lampade H.I.D.

28 Novembre - ore 14.30 - CT 12 « *Radiocomunicazioni* » / SC 12B « *Sicurezza* » - Pres. L. Trombetta

Presentazione e descrizione dei commenti sui documenti IEC: 12B (Germany) 154, 12B (United Kingdom) 134 e 134A; 12B (Norway) 46.

28 Novembre - ore 9.30 - CT 7 « *Materiali conduttori* » - Pres. A. Perrone

Proseguimento lavori in corso.

28 Novembre - ore 15.00 - CT 64 « *Impianti elettrici utilizzatori* » / SC 64E « *Impianti elettrici industriali* » - Pres. G.F. Tommazzolli

Preparazione della Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nelle installazioni industriali.

30 Novembre - ore 9.30 - CT 23 « *Apparecchiatura B.T.* » - Pres. D. Fabrizi

Relazione stato dei lavori dei SC (normativa nazionale e normativa IEC).

RELAZIONI DI RIUNIONI INTERNAZIONALI

Riunione del SC D e del WG1 del SC D « Disturbi prodotti da veicoli a motore e da motori a combustione interna » del CISPR.

(L'Aia, 14 e 15 maggio 1979)

La riunione annuale dei Sottocomitati del CISPR è stata tenuta a L'Aia, organizzata dal Comitato Elettrotecnico Olandese.

Il SC D si è riunito alla mattina del 14 e brevemente nel pomeriggio del 15, il WG1 del SC D si è riunito il 14 pomeriggio ed il 15 mattina. Sono stati presenti alle riunioni 23 tra delegati e osservatori in rappresentanza di 11 Comitati Nazionali ed altri organismi (Canada, Cina, Francia, Germania, Giappone, Italia, Regno Unito, Stati Uniti, Svezia, Unione Sovietica; CCIR).

Nelle riunioni del SC D, dopo l'approvazione del verbale delle riunioni di Dubrovnic, è stata notata con soddisfazione la pubblicazione della 2ª edizione della Pub. 12. Tutte le osservazioni inviate a commento di una bozza di modifiche alla Pub. 12 stessa sono state inviate per la discussione tecnica al WG1. La proposta contenuta nel documento CISPR/D (Italy) 1 non è stata accettata poichè l'intenzione del SC D era di comprendere nella nuova versione della Pub. 12 anche i veicoli con motore a ciclo diesel.

Il SC D ha proposto, su suggerimento del WG1, una nuova « Study Question » relativa a « Interferenze prodotte alle radiocomunicazioni mobili dagli impianti di accensione di singoli e di gruppi di autoveicoli ». Il SC D ha anche accettata la proposta del WG1 di introdurre nella Pub. 12 la seguente proposizione: « I valori limite riportati in questa Pubblicazione sono stati definiti per proteggere la ricezione di stazioni AM, FM e TV all'interno degli edifici. Conseguentemente, ricevitori usati all'aperto e ricevitori di altri servizi di radiocomunicazioni possono risultare non protetti dai suddetti valori limite ».

I lavori del WG1 sono iniziati, dopo le procedure di rito, con la discussione delle modifiche da apportare alla Pub. 12 contenute nei seguenti documenti:

CISPR/D (UK)3 e WG1 (Minozuma)6 e 7 che confermano in sostanza quanto contenuto nell'Appendice C della Pub. 12;

CISPR/D (Poland) 1 in cui si propone che le misure dei radiodisturbi siano eseguite con tutti i dispositivi elettrici dell'autoveicolo attivati. Questa proposta non è stata accettata e la Polonia è stata invitata a sostenere la sua proposta con dati sperimentali.

CISPR/D (Australia) 1 in cui si propone di indicare tolleranze per i valori dell'altezza e della distanza del-

l'antenna. Si concorda sui seguenti valori: altezza $3 \pm 0{,}05$ m e distanza $10 \pm 0{,}2$ m.

Gli altri argomenti discussi dal WG1 sono stati i seguenti.

Valori limite nella gamma 250 ÷ 1 000 *MHz*

Nel documento CISPR/D (USA) 2 sono riportati risultati di misure da cui risulta che veicoli che rispettano i limiti nella gamma di frequenze inferiori a 250 MHz danno luogo a interferenze nella gamma superiore a 250 MHz e si sollecita la definizione di limiti in questa gamma. Il Rappresentante dell'Unione Sovietica, avendo ricevuto il documento con notevole ritardo, afferma che invierà osservazioni scritte e sottolinea che nel suo Paese i nuovi autoveicoli devono rispettare il limite di 50 μV/m nella gamma suddetta.

Viene eseguita una rapida inchiesta sull'incremento del tempo di misura previsto da ogni Paese per questa gamma di frequenze: i tempi vanno da un massimo di 1 ora ad un minimo di 5 min.

Sentite diverse proposte per il contenimento dei tempi di misura viene deciso di fare circolare un questionario sull'argomento e rinviare la discussione alla prossima riunione.

Interferenze alle radiocomunicazioni mobili

Definita la nuova « questione di studio » di cui si è già riferito a proposito del SC D.

Metodo di misura delle interferenze a banda larga irradiate dagli autoveicoli.

I documenti IEC SC 12F (Central Office) 40 e 40 A sono stati inviati per l'approvazione secondo la regola dei sei mesi. Nel caso in cui il risultato della votazione sia positivo sarà necessario porre tale documento all'ordine del giorno della prossima riunione.

Questione di Studio N. 75

Non si è ancora giunti alla definizione di una rete fittizia che simuli l'impianto elettrico degli autoveicoli. Sono stati illustrati e discussi due documenti, uno italiano ed uno degli Stati Uniti. Mr. Marx, rappresentante tedesco, è stato incaricato di preparare un rapporto tecnico al riguardo.

Uso di ricevitori panoramici

E' stato ritenuto opportuno di tenere conto di quanto affermato dal SC A e di inserire il seguente paragrafo nella Pub. 12: « Il SC A sostiene che l'uso di ricevitori panoramici, le cui caratteristiche siano in accordo con le Pub. da 1 a 4 e con velocità di scansione di 60 s per ottava di frequenza, è consentito per le misure dei radiodisturbi prodotti dagli autoveicoli. Possono essere usati rivelatori sia di picco sia di quasi-picco ».

Utilizzazione di antenne a larga banda

Le antenne a larga banda sono definite nel paragrafo 13.4.2 della Pub. 16 come risultato delle decisioni prese dal SC A.

Proposta dell'ISO per un metodo di misura dell'attenuazione introdotta dai cavi di accensione.

Questo argomento non è stato discusso poichè numerosi esperti non hanno ricevuto i documenti ISO N222 e N259. Sarà effettuata una seconda distribuzione.

Su invito della delegazione Giapponese la prossima riunione avrà luogo a Tokyo. Mr. A. Hammerstein, Segretario del SC D e del WG1, causa pensionamento, ha dato le dimissioni ed è stato sostituito da Mr. E. Ritter, con i ringraziamenti di tutti i delegati per l'ottimo lavoro svolto e gli auguri per un sereno futuro.

P.G. GALLIANO

Riunione del SC 12D (Antenne) dell'IEC

(Sydney, 29-31 maggio 1979)

Il Sottocomitato 12D (Antenne) della IEC si è riunito a Sydney in occasione del 44° IEC General Meeting.

A causa dell'assenza per malattia del Presidente Bruger, è stato nominato Presidente per la riunione Wickline (USA), Segretario del WG3, che ha diretto la riunione congiuntamente al Segretario Orefice (Italia).

Il numero dei partecipanti è stato leggermente inferiore a quello delle precedenti riunioni (18, contro i 22 del 1977, i 24 del 1976 ed i 20 del 1975) a causa di alcune assenze di rilievo, oltre a quella del Presidente: non hanno potuto partecipare infatti i Segretari del WG1 e del WG5, nonchè il Presidente del WG3 (impegnato come Presidente nel SC 12 F): erano inoltre assenti alcuni esperti dei gruppi di lavoro.

La riunione è durata 3 giorni, ed in essa si è , tra l'altro, deciso di richiedere la diffusione con la Procedura Accelerata dei seguenti due documenti:

1 - 12D (Secretariat 25: artt. 7 - 8 della Pubblicazione 487, parte 2 (Antenne e ripetitori passivi per ponti radio). Tale documento è stato infatti esaminato dal Sottocomitato, discusso e approvato in gran parte. E' stato quindi richiesto al WG5 di rimaneggiare il documento secondo le decisioni della riunione, prima della diffusione secondo la Procedura Accelerata.

2 - Modifiche al documento 12D (Secretariat) 23: metodi di misura per antenne per servizio mobile aeronautico. L'esigenza di questo documento è nata dal riconoscimento che il documento 12D (Secretariat) 23, così come approvato per la diffusione secondo la Regola dei 6 mesi nella precedente riunione, non è omogeneo con gli altri documenti della stessa serie: 12D (Secretariat) 14 e 12D (Central Office) 14, 20, 22, rispettivamente sezioni da 1 a 4 delle norme per misure su antenne usate nei servizi mobili.

Nel corso della riunione sono stati discussi altri documenti:

— La bozza - 12D (Secretariat) 27 - per i metodi di misura delle caratteristiche elettriche in condizioni ambientali avverse è stata respinta, e il WG3 dovrà modificarla sostanzialmente.

— La proposta contenuta nel documento 12D (Secretariat) 26 di considerare anche le misure su antenne a polarizzazione circolare per i ponti radio è stata respinta, perchè tali antenne sono poco usate in tale servizio.

— Sono state accettate le proposte — documento 12D (Secretariat) 28 — di intraprendere nuovo lavoro nel campo delle antenne trasmittenti per radio diffusione al disotto del GHz, e delle antenne riceventi per radio diffusione da satellite. In quest'ultimo argomento dovranno essere considerati anche quegli argomenti relativi alle antenne a polarizzazione circolare che sono suggeriti nel documento 12D (Secretariat) 26. Si è preferito invece non intraprendere il lavoro sulle antenne attive, in attesa di una più chiara definizione del problema.

Per quanto riguarda la prossima riunione, il SC 12 D prevede di riunirsi verso la fine del 1980, in località da stabilirsi.

M. OREFICE

Riunione del Gruppo di Lavoro 3 (Transmitters and Transposers for monochrome and colour television) del SC 12C dell'IEC

(Londra, 11÷14 settembre 1979)

La riunione si è svolta a Londra presso il BSI Conference Centre.

Erano presenti i seguenti delegati: S.E. Söderstrom, Svezia (Presidente); J.J. Bliek, Olanda (Segretario); A.J. Bennet, Gran Bretagna; M. Kovačevic, Jugoslavia; F. Angeli, Italia; V. Savelli, Italia; O.T. Snedkerud, Svizzera.

E' stato approvato il verbale della precedente riunione tenuta a Torino dal 4 al 6 aprile 1979.

Il Segretario ha quindi presentato, in conformità a quanto deciso a Torino, una nuova stesura dei due documenti concernenti la « sezione audio » e la « demodulazione sincrona » nei demodulatori VSB per il controllo dei trasmettitori TV. Tali documenti saranno prossimamente inviati ai Comitati nazionali dal Segretario del SC 12C per essere discussi nella rinuione del Sottocomitato, che si terrà a Stoccolma nel giugno 1980. Il Gruppo di Lavoro ha introdotto nei documenti stessi alcune ulteriori modifiche.

Sono state poi esaminate le osservazioni pervenute dai Comitati nazionali al documento di Segretariato relativo ai ripetitori TV, sezioni da 6 a 8. Prescindendo dai commenti di carattere redazionale, è stata discussa l'osservazione del Giappone relativa al controllo degli effetti di una reazione dall'uscita all'ingresso del ripetitore in conseguenza dell'accoppiamento tra antennna trasmittente e antenna ricevente. Prendendo lo spunto dalla predetta osservazione, la clausola relativa è stata modificata. Prossimamente sia questo documento di Segretariato sia quello precedente, che includeva le sezioni da 1 a 5, verranno distribuiti come documento « Central Office » per l'approvazione definitiva.

E' stata quindi ripresa la discussione, iniziata a Torino, del documento sull'impiego degli ITS (Insertion Test Signals) nel controllo dei trasmettitori e dei ripetitori TV, anche in sede di collaudo per accettazione. Il Segretario aveva preparato una nuova stesura a seguito delle precedenti osservazioni. Trattandosi di un documento di notevole mole, che si ritiene di preminente interesse, ad esso è stata dedicata la maggior parte del tempo disponibile. E' stato così possibile completarne l'esame, di modo che il Segretario potrà sollecitamente far pervenire ai membri del Gruppo di Lavoro il testo con tutte le modifiche decise nel corso della discussione e quindi, appena ricevute le eventuali osservazioni, trasmettere il testo stesso alla Segreteria del SC 12/C per la distribuzione ai Comitati nazionali prima della riunione a Stoccolma.

E' stata rinviata alla prossima riunione del Gruppo di Lavoro la discussione degli altri documenti all'ordine del giorno e precisamente:

— Caratteristiche da specificare per i trasmettitori TV
— Caratteristiche da specificare per i ripetitori TV
— Proposta di un metodo alternativo di misura dell'intermodulazione prodotta dalla portante video sulla portante audio.

Passando all'argomento « Programma di lavoro e lavori futuri », è stata riconosciuta l'opportunità di tenere la prossima riunione del Gruppo di Lavoro abbastanza presto dopo la riunione del Sottocomitato 12/C nel giugno prossimo per poter procedere secondo le decisioni che verranno prese in quella sede, sia per quanto riguarda i lavori già in programma sia per un eventuale fusione tra i Gruppi di Lavoro 2 e 3, come proposto nella precedente riunione a Torino.

Pertanto è stato deciso di tenere la prossima riunione nel settembre od ottobre dell'anno prossimo ed è stato dato incarico al Segretario di stabilire la località in base agli inviti pervenuti.

V. SAVELLI

Riunione plenaria del CT 41 della IEC « Relè » e dei suoi SC 41 A (Relè a tutto o niente) e 41 B (Relé di misura).

(Helsinki 17-22 Settembre 1979)

Di seguito viene riportata la sintesi delle discussioni e delle conseguenti decisioni prese durante la riunione plenaria di Helsinki del CT 41 - IEC e dei suoi sottocomitati 41 A e 41 B.

La delegazione italiana era così composta:
— ing. Ferruccio Bebber: SC 41 A;
— p.i. Vladimiro Medved (Segretario CT 41 - CEI): SC 41 B e CT 41.

1. RISULTATI DELLA RIUNIONE SC 41 A.

1.1. *Relazione del Presidente (Mr. Dubray) sull'attività svolta dal Sottocomitato dopo la riunione plenaria di Milano (novembre* 1977).

a) E' stato pubblicato il fascicolo di norme 255-7 (precedente 41 A (CO) 6) intitolato: « Metodi di prova e di misura per i relè elettromeccanici a tutto o niente ».

b) Il documento: « Applicazione del sistema di controllo della qualità IEC ai relè a tutto o niente » (precedente 41 A (CO)7), dovrebbe essere pubblicato entro l'anno in corso con il numero 255-10.

c) Il documento 41 A (Secret) 21: « Specificazione particolare per i relè a tutto o niente sottomessi al regime di controllo della qualità. Programma di prova 3 » sottoposto, dopo Milano, alla regola dei 6 mesi è stato successivamente bloccato dalla Segreteria allo scopo di renderlo il più possibile conforme alla Pubblicazione CECC 16-101.

1.2. *Documenti discussi dal* SC 41 A *durante la riunione di Helsinki*

I documenti discussi dal SC 41 A a Helsinki sono i seguenti:
41 A (Secret) 26, 41 A (Secret) 27, 41 A (Secret) 28, 41 A (Secret) 29, 41 A (Secret) 30 (1)
Dei documenti sopra citati sono stati approvati e usciranno sotto la regola dei 6 mesi i seguenti: 41 A (Secret) 26, 41 A (Secret) 29, 41 A (Secret) 30; quest'ultimo fascicolo conterrà i tre programmi di prova: (1), (2), (3) (dei quali il (3) era oggetto del doc. 41 A (Secret) 21 citato nel par. 1.1.).
Il documento 41 A (Secret) 28 era solo un questionario che ha avuto il quasi unanime consenso dei Comitati Nazionali e infine il 41 A (Secret) 27 ha provocato accese discussioni e dovrà essere rivisto nell'ambito del WG 4 prima di essere nuovamente diffuso presso i Comitati Nazionali come documento sottoposto alla regola dei 6 mesi (a meno che non insorgano seri contrasti in proposito durante la stesura della nuova bozza nell'ambito del 41A/WG 4).

1.3. *Gruppi di lavoro operanti nell'ambito del* SC 41 A

Durante la riunione plenaria di Helsinki sono stati riconfermati i seguenti 2 gruppi di lavoro, operanti nell'ambito del SC 41 A:

Gruppo di Lavoro 2
« Terminologia e metodi di prova per i relè a tutto o niente con particolare riferimento ai relè di telecomunicazione »;

(1) Per i titoli dei documenti in oggetto si rimanda all'Appendice del verbale della riunione CEI del 7.9.1979.

Segretario:
Da nominare (in seguito alle dimissioni dell'inglese Beddoe);
Membro italiano:
Bebber.

Gruppo di lavoro 4
« Normalizzazione dimensionale »
Segretario:
Trawén
Membro Italiano:
—

2. Risultati della riunione del SC 41 B

2.1. *Relazione del Presidente (Scott-Smith) sull'attività svolta dal* SC 41 B *dopo la riunione plenaria di Milano (novembre* 1977)

a) Sono stati pubblicati i seguenti due documenti:
255-6 « Measuring relays with more than one input energizing quantity »
255-7 « Thermal electrical relays »

b) I seguenti 5 documenti sono circolati sotto la regola dei 6 mesi ottenendo un largo consenso e pertanto saranno prossimamente pubblicati come norme IEC:

41B(CO)9, 41B(CO)10, 41B(CO)11, 41B(CO)12, 41B(CO)13, (per i titoli dei doc. vedere nota (1), pag. prec.).

2.2. *Documenti discussi dal* SC 41 B *durante la riunione Helsinki*

Durante la riunione del SC 41 B a Helsinki sono stati discussi i seguenti 5 documenti (2):
41 B (Secret) 24, 41 B (Secret) 25, 41 B (Secret) 27, 41 B (Secret) 78, 41 B (Secret) 29.
La sintesi delle discussioni sui documenti in oggetto è la seguente:

— i documenti: 41 B (Secret) 24, 41 B (Secret) 27 e 41 B (Secret) 28 (quest'ultimo integrato con una parte del 41 B (Secret) 29) sono stati approvati dall'Assemblea e verranno pertanto diffusi sotto la regola dei 6 mesi:

— le risposte pervenute in merito al documento 41 B (Secret) 25, riguardante l'indagine sulle prove di disturbo, verranno riassunte in un documento di segretariato e diffuse, a scopo informativo, presso i Comitati Nazionali.

2.3. *Risultati della discussione della proposta italiana per la pubblicazione di un documento di validità generale sulle prove di disturbo sui relè statici.*

Il CT 41 del CEI ha presentato verso la fine di agosto 1979 una proposta per la pubblicazione di un fascicolo di norme IEC di validità generale contenenti le prescrizioni per le « prove di disturbo sui relè statici » (Disturbance tests on static relays). Con soddisfazione abbiamo rilevato che il Presidente e il Segretario del SC 41 B avevano accettato di discutere l'argomento e l'avevano messo nell'ordine del giorno. Il documento è stato pubblicato (su carta verde) a Helsinki con il titolo 41 B (Helsinki/Italy) 11.
Il SC 41 B ha all'unanimità accettato la nostra proposta e ha incaricato il gruppo di lavoro 1 « Static Relays » di redigere un documento, tenendo conto di eventuali altre osservazioni pervenute, basato sulla proposta italiana. Tale documento dovrebbe, come da noi proposto, portare alla pubblicazione di un fascicolo di norme sulle prove di disturbo di validità generale per tutti i tipi di relè.

(2) Per i titoli dei primi 3 documenti nota (1), pag. 1085; i restanti 2 documenti riportano proposte di modifica del « Limiting dynamic value » dei relè di misura.

2.4. *Altre discussioni svolte nell'ambito del* SC 41 B

E' stato discusso il doc. 41 (Secret) 70 relativo all'affidabilità e le risposte pervenute in proposito dai Comitati Nazionali. Dalla discussione svolta è emerso che il SC 41 B non ha molto interesse alla formazione di un gruppo di lavoro che studi l'argomento, per motivi di ordine pratico (difficoltà di impostare il lavoro) e per motivi di ordine commerciale...

2.5. *Gruppi di lavoro, e loro compiti, operanti nel* SC 41 B

Nell'ambito del SC 41 B restano confermati i seguenti 3 Gruppi di lavoro:

Gruppo di lavoro 1:
« Relè statici »
E' incaricato di redigere 2 documenti, rispettivamente:

— un documento basato sulla proposta italiana, 41 B (H/I) 11, contenente le prescrizioni per l'esecuzione della prova di disturbo a 1 MHz;

— un documento contenente delle proposte per nuove prove di disturbo sui relè statici

Segretario:
Johansson
Membro Italiano:
Medved

Gruppo di lavoro 2:
« Relè termici »
Resta in vita senza un preciso lavoro al momento; i Comitati Nazionali potranno formulare delle proposte durante la prossima riunione plenaria.

Segretario:
Halama
Membro italiano:

Gruppo di lavoro 3:
« Relè di misura a più di una grandezza di alimentazione d'entrata»
E' incaricato di revisionare i documenti sui relè di misura già pubblicati aggiornandoli opportunamente ove necessario (per certi argomenti dovrà lavorare in stretto collegamento con il Gruppo di lavoro 1)

Segretario:
Whittaker
Membro italiano:

Il Presidente raccomanda ai Comitati Nazionali di non introdurre nuove prove di disturbo prima che il Gruppo di lavoro 1 abbia terminato il suo lavoro. Raccomanda inoltre di fornire a tale gruppo di lavoro più informazioni possibili sull'argomento.

2.6. *Varie*

Al termine della riunione il Presidente Scott-Smith ha annunciato le proprie dimissioni (verrà probabilmente sostituito da Whittaker sul quale anche noi non abbiamo espresso molte riserve durante una discussione in proposito, svoltasi al di fuori della riunione, con Mr. Mouton).

3. RISULTATI DELLA RIUNIONE DEL CT 41

3.1. *Relazione del Presidente (Knipping) sull'attività svolta dal* CT 41 *dopo la riunione plenaria di Milano (novembre* 1977).

E' stato pubblicato con il numero 255-5 il fascicolo di norme relativo alle « Prove di isolamento dei relè »; inoltre con il numero 255-9 dovrebbe essere prossimamente pubblicata una norma intitolata: « Dry reed make contact units».

3.2. *Documenti discussi dal* CT 41 *durante la riunione plenaria di Helsinki.*

Durante la riunione del CT 41 a Helsinki sono stati discussi i seguenti 7 documenti (3):
41 (Secret) 70, 41(IEV)446 (Secret) 73, 41 Secret) 75, 41 (Secret) 76, 41(Secret)78, 41(IEV)448 (Secret) 79.
La sintesi delle discussioni è quella sotto riportata.
I documenti 41 (IEV) 446(Secret)73, 41 (Secret)76, 41 (Secret)77, 41(Secret)78 sono stati approvati con modifiche dell'Assemblea e quindi verranno sottoposti alla regola dei 6 mesi.

— Il documento 41 (Secret) 75, uscirà, come da noi proposto, sotto la regola dei 6 mesi come «Rapporto» e non come norma IEC. E' stata inoltre accettata la nostra proposta di suddividere in due parti (Prescrizioni e Prove) l'attuale paragrafo 12.
Allo scopo di redigere il documento che verrà sottoposto alla regola dei 6 mesi è stato nominato, dal Presidente del CT 41, il seguente Comitato di Redazione;
Loden (Presidente)
Mouton (Segretario)
Medved (Esperto del paese che ha presentato le osservazioni più sostanziose)
Cheetham (Membro inglese)
Tromparent (Membro francese)

— Il doc. 41 (IEV) 448 (Secret) 79 verrà pubblicato come un ulteriore documento di segretariato e diffuso presso i Comitati Nazionali.

— Per quanto riguarda infine il doc. 41 (Secret) 70 la discussione è stata piuttosto accesa in merito all'opportunità o meno di costituire un gruppo di lavoro sul problema dell'affidabilità dei relè. La votazione ha dato un risultato di parità (5 a 5); alcune nazioni si sono astenute (il delegato italiano ha votato a favore); successivamente la Francia ha modificato il suo voto negativo a condizioni però che venisse costituito solo un « gruppo informativo »
Tale gruppo è stato infatti successivamente istituito, esso risulta per il momento composto da Anttila (Finlandia), Kafka (Svizzera) ed ha lo scopo di elaborare per la prossima riunione plenaria una relazione che chiarisca come si può applicare ai relè (a tutto o niente e di misura) tutta la materia relativa all'affidabilità.

(3) Per i titoli dei documenti vedere nota (1), pag. 1085.

3.3. *Gruppi di lavoro e loro compiti, operanti nel* CT41

Gruppo di Lavoro 1:
« Vocabolario »
E' incaricato di proseguire il lavoro con una nuova edizione del documento 41 (IEV) 448 (Secret) 79.
Segretario:
Masselot
Membro italiano:
—

Gruppo di Lavoro 2:
« Contatti»
« In seguito alle dimissioni di Loden e non avendo individuato un preciso compito per un futuro lavoro di questo gruppo, esso è stato sciolto.

Gruppo di Lavoro 4:
« Sistemi di Protezione »
Durante la riunione sono state discusse numerose proposte in merito all'opportunità di compilare dei documenti di livello inferiore al 41 (Secret) 75 (per esempio: sistemi di protezione per trasformatori, sistemi di protezione di linee AT., ecc.) ma non è emersa in proposito un'unanimità di consensi. Per tale ragione il Presidente ha incaricato la Francia di compilare, e far circolare presso i Comitati Nazionali, un documento per chiedere il parere in merito al modo di procedere con il lavoro. Il Gruppo di lavoro 4, sulla base dei risultati dell'indagine del documento francese, compilerà una relazione per la prossima riunione plenaria durante la quale verrà anche decisa la sua sorte.
Segretario:
Loden
Membro italiano:
Medved

3.4. *Prossima riunione plenaria e chiusura della riunione*

La prossima riunione plenaria del CT 41 e dei suoi sottocomitati 41 A e 41 B si terrà a Montreux (Svizzera) su un gentile invito di Mr Hahn della BBC, probabilmente a cavallo dei mesi maggio/giugno 1981.

Verso le ore 12.00 del 22 settembre 1979 il Presidente (Knipping) ha chiuso la riunione ringraziando per il loro contributo tutti i delegati e, in particolare il segretario del SC41B e del CT41 Mr. Mouton.

V. MEDVED

Necrologio

Il giorno 10 settembre 1979 è deceduto il

dott. ing. PAOLO PETERLONGO

dal 1968 nostro Vice Segretario Generale e per molti anni Revisore dei conti della nostra Associazione.

Era nato a Trento nel 1906; a causa dei sentimenti irredentisti del padre Giovanni, durante la prima guerra mondiale la famiglia era stata esiliata e confinata a Linz (Austria). Dopo la liberazione ed il ritorno a Trento, il Padre viene eletto Primo Sindaco della Città.

Nel 1928, a soli 22 anni, si laurea in ingegneria elettrotecnica a Torino con 100/100.

Presta il servizio militare quale Sottotenente degli Alpini. Nel 1945 viene nominato Capitano degli Alpini.

Nel 1932 fonda a Milano lo « Studio Tecnico Industriale ing. Paolo Peterlongo » che, nel 1938, viene poi trasformato in « Società Industriale Elettrotecnica Italiana dott. ing. Paolo Peterlongo » e successivamente, nel 1975, in « SIEI PETERLONGO S.p.A. ».

La società nasce inizialmente come rappresentanza di Case Estere nel settore degli apparecchi elettrici industriali di bassa tensione, si rafforza e sopravvive poi al periodo bellico (nonostante la distruzione quasi totale causata da un bombardamento nell'antica sede di via Braida) grazie anche ad un'attività industriale di stampaggio di particolari in materiale plastico.

Dopo la guerra tale attività perde progressivamente di importanza mentre si sviluppa l'attività di studio e di realizzazione di apparecchiature elettriche industriali, a cui si affiancano negli ultimi anni gli azionamenti per la regolazione di velocità.

Quest'ultima produzione, il cui studio, progettazione e realizzazione sono interamente realizzati nel nuovo Stabilimento di Gerenzano, ha permesso un'interessante sviluppo anche nel settore dell'esportazione, equilibrando maggiormente la posizione della Società sul piano internazionale.

In questo sviluppo (che ha portato a una struttura articolata nella attuale Sede Centrale, 12 Filiali in Italia e Stabilimento di Gerenzano per l'elettronica industriale) la società, della quale è stato fino all'ultimo Amministratore Unico, si è potuta progressivamente affermare quale una delle più importanti industrie nel nostro Paese nel settore dell'Automazione Industriale, affiancando in tal modo l'opera delle grandi società di progettazione e di costruzione di macchine e impianti, sia nazionali che internazionali, in tutti i settori industriali.

All'attività di lavoro affianca, lungo tutto l'arco della Sua vita, un'intensa opera di studioso e di grande appassionato di arte e di musica in particolare.

In onore del Padre, studioso di Dante ed esperantista, decide di curare la pubblicazione della prima traduzione completa della Divina Commedia in Esperanto, opera inedita del Padre stesso e, per ornarla degnamente, ricerca i disegni di Sandro Botticelli (Inferno, Purgatorio e Paradiso) che ritrova sparsi e dimenticati in archivi e musei di molte capitali sia dei Paesi Occidentali che di quelli oltre cortina; ne cura la riproduzione e li pubblica per primo nella loro raccolta completa.

Il volume esce nel 1963 in edizione bilingue (italiano/esperanto) come uno dei primi volumi della serie Oriente-Occidente dell'Unesco. La Divina Commedia bilingue — diffusa in tutto il mondo — ha grande risonanza. Nel giugno 1963 ne parla anche il « Corriere de l'Unesco » e inoltre critici quali Piero Bargellini, M.L. Gengalo e Leonardo Borgese. Il Gran Maestro dell'Ordine del S. Sepolcro, Cardinal Canali, gli conferisce la croce di Cavaliere di Commenda « per meriti artistici ».

Grande appassionato di musica, s'interessa di Liuteria da decenni come esperto, collezionista e studioso. Nel 1973 pubblica la Sua prima opera di Liuteria in edizione bilingue italiana e francese: « Strumenti ad arco, la fisica del loro funzionamento ». Il libro, presentato dai violinisti Henryk Szerying, Remy Principe e dal grande liutaio S.F. Sacconi, ha risonanza mondiale per l'originalità e la novità dello studio a sostegno dell'arte liutaria, nella quale l'Italia detiene un primato incontestabile. Ne parlano diverse Associazioni competenti ed anche la « Neue Zürcher Zeitung » con altri giornali esteri. Il libro sulla fisica degli Strumenti ad arco esce in edizione tedesca nel 1976. E' in corso l'edizione inglese. Nel 1978 è uscita una Sua seconda opera in edizione italiana e tedesca: « Il Violino di Vecsey ».

Paolo Peterlongo è anche autore di alcuni Studi su Michelangelo, che hanno dato vita a una proposta di possibile ricupero sottomarino degli originali delle illustrazioni della Divina Commedia.

Dopo una vita interamente dedicata al lavoro, alla famiglia, alla musica e alla cultura, si è spento a Erba (Como).

Era Socio dell'AEI dal 1932.

Autorizz. Tribunale di Milano 28 *agosto* 1948, *N.* 395 *del Registro*
Direttore responsabile: Dott. Giovanni Ricca
Proprietario: Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana

Stampa: Arti Grafiche Stefano Pinelli - Via Farneti, 8 20129 Milano.
Finito di stampare nel mese di dicembre 1979.